<36620187390011

Das physische Leben

in

populären Vorträgen

dargestellt von

Dr. Daniel Friedrich Eschricht,
Professor der Physiologie an der Universität in Kopenhagen.

Mit 208 Abbildungen, meist in Holz geschnitten.

Gedruckt in Kopenhagen in der Schultzischen Officin.

Bei Aug. Hirschwald in Berlin.

1852.

Herrn Geheimerath

Heinrich Lichtenstein,

dem gefeierten Veterane der deutschen Naturforscher,

widmet diese populäre Schrift

mit der ausgezeichnesten Hochachtung
und inniger Freundschaft

der Verfasser.

Vorwort.

Die populäre Darstellung des physischen Lebens, die hier dem deutschen Publicum dargereicht wird, ist, hinsichtlich ihrer Entstehung und ihres Inhaltes, als eine freie Bearbeitung einer von mir im Jahre 1850 erschienenen dänischen Schrift zu betrachten, die den Titel führt: Zwölf Vorträge über auserlesene Abschnitte aus der Lehre vom Leben.

Eine geachtete Buchhandlung in Berlin hatte mich aufgefordert, eine deutsche Uebersetzung davon zu veranstalten, und indem ich darauf einging, beschloß ich gleich, die Arbeit selbst zu übernehmen. Was mich dazu bewog, war folgende Ansicht. Ein eingeborner Deutscher, dachte ich, würde allerdings das Buch in einer weit correcteren Sprache liefern können; allein die wahre Meinung des Verfassers, den wahren Geist seines Buches, wird er selbst doch immer am besten aus-

zusprechen wissen. Das Buch ist nicht bestimmt, sich ähnlichen deutschen Werken gleich zu stellen, sondern zu zeigen, wie die Natur an der Hochschule eines verwandten, jedoch fremden Volkes geschildert wird. Das Characteristische darin gilt es hervorzuheben, und dazu mag das etwa Fremdartige in den Ausdrücken und Wendungen auch noch das Seinige beitragen.

Dann gedachte ich auch der angenehmen Stunden, in denen ich jene zwölf Vorträge geschrieben hatte. Ich hoffte solche wieder zu erleben, und dies war mir ein höchst anziehender Gedanke.

Die letztgenannte Hoffnung ward aufs Reichlichste erfüllt. Die vielen Stunden, die ich darauf verwendet habe, alles das hinzuschreiben, was die folgenden Blätter enthalten, rechne ich zu den angenehmsten meines schriftstellerischen Lebens. Während die Augen der Feder auf dem Papiere folgten, stand ich im Geiste vor einem Kreise gebildeter, geneigter Zuhörer und Zuhörerinnen, in deren Blicken ich zu lesen suchte, was sie in jedem Augenblicke gezeigt und erklärt haben möchten.

Dabei vergaß ich aber ganz und gar, ins dänische Original hineinzusehen, und aus der gedachten Uebersetzung ergab sich bald ein ganz neues Werk. Jedoch wurden die 151 darin vorkommenden Abbildungen alle benutzt, und außerdem noch 57 neue, jenen hinsichtlich der künstlerischen Ausführung nicht nachstehend, hinzugefügt.

Die erste Hälfte des Buches war im Juni dieses Jahres fertig gedruckt, die Arbeit hatte ich immer mehr und mehr lieb gewonnen; — da regte sich der Zweifel, ob ich auch wirklich recht gethan, sie selbst zu übernehmen, und ob doch nicht das in der Ausdrucksweise des Fremden unvermeidliche Fremdartige Anstoß geben möchte. Aengstliche Arbeit giebt schlechte Frucht. Ich entschloß mich, die Feder etwas ruhen zu lassen, und das bereits Fertige dem öffentlichen Urtheil zu unterwerfen. Die erste Lieferung erschien im Juli.

Die Aufmunterung, deren ich bedurfte, wurde mir reichlich gespendet. Von öffentlichen Beurtheilungen sind mir nur zwei zu Gesicht gekommen. Die eine, von einem mir unbekannten Anmelder in der Vossischen Zeitung, ist so schmeichelhaft, daß ich nur wünschen kann, sie vollends zu verdienen; die zweite, in den Hamburger Nachrichten veröffentlicht, kaum weniger anempfehlend, mußte für mich einen ganz besonderen Werth dadurch erhalten, daß sie von dem als Volkslehrer rühmlichst bekannten Dr. J. G. Fischer unterschrieben ist. Eine Freude aber, die an und für sich ein Lohn für meine Arbeit sein würde, erhielt ich in Dem, was mir mein hochverehrter Freund, Geheimerath Lichtenstein, am 2ten September aus Blankenburg schrieb. Der Siegel eines Briefes von Freund an Freund ist heilig. Doch so viel darf, und muß ich hier aussprechen, daß ich von jenem Augenblicke an wie mit verjüngten Kräften die letzte Hand an die Arbeit

legte, und zwar indem ich mich fortan vor lauter solche Zuhörer hindachte; — ich meine nicht Zuhörer mit den Kenntnissen eines Lichtenstein ausgerüstet, ich meine Zuhörer und Leser mit solchem Auge und Herzen von der Natur begabt.

Und also widmete ich das Buch seinem gefeierten Namen.

Kopenhagen am 18ten October 1852.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung (Pag. 1—4).

A. Das Leben im Allgemeinen (Pag. 5—136).

I. Character des Lebens (Pag. 7—47).

II. Physikalische Deutung der Lebenserscheinungen (Pag. 48—76).

Pag.

III. Teleologische Ansicht vom Leben (Pag. 77—136).

B. Ernährungsleben (Pag. 137—240).

I. Bearbeitung der Nahrungsstoffe (Pag. 139—176).

II. Einsaugung und Absonderung (Pag. 177—209).

Pag.

II. Sinnesthätigkeit (Pag. 319—396).

III. Willkürliche Bewegungen (Pag. 397—434).

D. Vorzüge des menschlichen Organismus (Pag. 435-512).

I. Hand und Fuß (Pag. 437—458).

II. Sprachorgane (Pag. 459—491).

III. Gehirn (Pag. 492—512).

Einleitung.

Ich habe Sie eingeladen, eine Reihe von Vorträgen „über das Leben“ anzuhören. Ich habe es gethan, weil ich immer geglaubt, es sei mit Unrecht geschehen, wenn die Lehre vom Leben früher den Aerzten und den Naturforschern von Fach allein vorbehalten wurde; es verdiene diese Lehre, jedem gebildeten Menschen zugänglich gemacht zu werden, — oder richtiger: es verdiene jeder gebildete Mensch in diese Wissenschaft eingeführt zu werden, öfters schon „die Blume der Naturwissenschaften“ benannt. Man kann dreist behaupten, es sei Niemand, der nicht einmal in die Lehre vom Leben hineinsehen möchte, wenn er nur erst wüßte, was darin Alles abgehandelt wird. Die Lebenserscheinungen selbst können Niemand ganz fremd bleiben, am allerwenigsten die Lebenserscheinungen unseres eigenen Körpers. So muß sich Jedem, der nicht ohne Augen und Sinn ist für die Natur, nicht ganz gleichgültig gegen Alles, was ihm im wundervollen Bau seines eigenen Körpers verliehen worden, eine Reihe von Fragen

aufdrängen, die er eben nur in der Lehre vom Leben beantwortet oder erläutert findet.

Die Lebenserscheinungen zeigen sich oft so auffallend, anscheinend so ganz wunderbar, daß wir kaum umhin können zu fragen: „was liegt diesen Erscheinungen zu Grunde? was ist das eigentliche Wesen des Lebens? Walten hier ganz eigene Kräfte vor, oder nur die sonst noch im Weltall geltenden Naturkräfte? — Wie zeigt sich der eigentliche Ursprung des Lebens? Wie bildet sich im Innern des Eies ein neues Thier, bereits bei der Geburt unerfaßlich vollkommen gebaut in allen seinen Theilen? Wie kommt es, daß mein Körper wachsen und gedeihen kann, sofern nur mein Hunger gestillt, mein Bedürfniß, Luft zu schöpfen und mich warm zu halten, befriedigt wird? Was bewirkt, daß mein Herz in ununterbrochenem Takte fortschlägt, ohne daß ich es daran hindern könnte, daß meine Gliedmaßen in ihren Bewegungen meinem Gebote mit Blitzesschnelle gehorchen? Das Kind, kaum ein Jahr alt, beschaut mitunter seine nackten Beine, faßt sie an, und freut sich augenscheinlich, daß sie sich bewegen, wann und wie es will, und daß es fühlt, wie sie berührt werden. Bald wird man daran, wie an so manche andre große Gaben, gewöhnt. Daß dem so sei, kommt einem zuletzt ganz natürlich vor; — nur dann und wann, und alsdann oft unwiderstehlich, drängt sich uns die Frage auf: wie ist dies möglich? durch welchen Mechanismus, durch welche Naturkräfte wird es be-

Sinnstörende Schreib- oder Druckfehler.

Pag. 14, 8te Linie, steht: das, statt: daß;
— 16 in der zweiten Linie nach e. Scheintod, steht: gehört, soll heißen: gehören;
— 54, 10te Linie, steht: er, statt: es;
— 64, 12te — — subjective, statt: subjectiver;
— 88, 13te und 14te Linie, steht: kann und muß, statt: können und müssen;
— 95, 6te Linie, steht: dürfen wir, statt: darf es uns;
— 108, vorletzte Linie, steht: er herrühre, statt: sie herrühren;
— 111, 2te Linie, steht: schöpfende, statt: schöpferische;
— 115, vorletzte Linie, steht: übersäht, statt: übersäet;
— 120, 7te Linie v. u., steht: von dem Wasser, statt: des Wassers;
— 122, 15te — v. o., steht: am, statt: ans;
— 126, 3te — nach o., steht: Contrasten, statt: Contraste;
— 132, 3te — v. u., steht: schöpfende, statt: schöpferische;
— 159, 3te — — — Widerwillen, statt: Widerwille;
— 169, 16te — v. o., — Ihnen, statt Sie;
— 177, 4te — v. u., — es, statt: sie;
— 185, 8te — — — aus einer klaren Flüssigkeit und, soll heißen: eine klare Flüssigkeit mit;
— 187, 19te Linie v. o., steht: die Spur, statt: der Spur;
— 190, 12te — — — dessen, statt: deren;
— 190, 14te — — — Thüre, statt: Thüren;
— 201, 2te — — — der, statt: dem;
— 207, 2te — — — für, statt: gegen;
— 239, 13te — — — 105 und 157½, statt: 102 und 153;
— 244, 9te — — ist nach Lebenserscheinungen zu fügen: genannt;
— 253, letzte Linie, steht: für, statt: vor;
— 290, 9te — — diesen, statt: dieses;
— 293, 4te — v. u., steht: du, statt: de;
— 330, 11te — steht: in, statt: von;
— 346, 5te und 6te Linie, steht: einem Kreuzungspunkte, statt: einen Kreuzungspunkt;
— 407, 13te Linie, steht: den, statt: dem.

Sinnstörende Schreib- oder Druckfehler.

Pag. 14, 8te Linie, lies: [illegible]
— 16, in der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible]
— 64, 10te [illegible] [illegible]
— 64, 12te — — [illegible]
— 86, 18te und 14te Linie [illegible]
[illegible]
— 93, 8te Linie [illegible]
— 105, [illegible]
— 111, 2te Linie [illegible]
— 117, [illegible]
— 120, 7te Linie [illegible]
— 122, 3te — [illegible]
— 126, 3te — [illegible]
— 132, 8te — [illegible]
— 139, 3te — [illegible]
— 168, 10te — [illegible]
— 175, 4te — [illegible]
— 185, 6te — — [illegible]
[illegible]
— 181, 10te Linie [illegible]
— 190, 12te — — [illegible]
— 199, 14te — [illegible]
— 201, 2te — — [illegible]
— 208, 2te — [illegible]
— 239, 10te — — 195 und 1572, statt 192 und 1557;
— 248, 9te — [illegible]
[illegible]
— 253, 16te Linie [illegible]
— 290 [illegible]
— 293, 4te — [illegible]
— 366, 14te — [illegible]
— 316, 5te und 6te Linie [illegible]
[illegible]
— 401, 13te [illegible]

Einleitung.

Ich habe Sie eingeladen eine Reihe von Vorträgen „über das Leben" mit anzuhören. Ich habe es gethan, weil ich immer geglaubt, es sei mit Unrecht, wenn die Lehre vom Leben den Aerzten und den Naturforschern von Fach allein vorbehalten wird, daß diese Lehre es wohl verdiene, jedem gebildeten Menschen zugänglich gemacht zu werden — oder richtiger: daß jeder gebildete Mensch es wohl verdiene, in diese Wissenschaft eingeführt zu werden, öfters schon benannt „die Blume der Naturwissenschaften". Man kann dreist behaupten, es sei Niemand, der nicht einmal in die Lehre vom Leben hineinsehen möchte, wenn er nur erst wüßte, was darin Alles abgehandelt wird. Die Lebenserscheinungen selbst können Niemand ganz fremd bleiben, am allerwenigsten die Lebenserscheinungen unseres eigenen Körpers. So muß sich Jedem, der nicht ohne Augen und Sinn ist für die Natur, nicht ganz gleichgültig für Alles, was ihm im wundervollen Bau seines eigenen Körpers verliehen worden, eine Reihe Fragen auf=

drängen, die er eben nur in der Lehre vom Leben beantwortet oder erläutert findet.

Höchst auffallend, anscheinend ganz wunderbar, wie sich die Lebenserscheinungen oft zeigen, können wir kaum umhin zu fragen: „was liegt diesen Erscheinungen zu Grunde? was ist das eigentliche Wesen des Lebens? Walten hier ganz eigene Kräfte vor, oder nur die sonst noch im Weltall geltenden Naturkräfte? — Wie ist der eigentliche Ursprung des Lebens? Wie bildet sich im Innern des Eies ein neues Thier, bereits bei der Geburt unerfaßlich vollkommen gebaut in allen seinen Theilen? Wie kommt es, daß mein Körper wachsen und gedeihen kann, sofort nur mein Hunger gestillt, mein Bedürfniß, Luft zu schöpfen und mich warm zu halten, befriedigt wird? Was macht es, daß mein Herz in ununterbrochenem Takte fortschlägt, ohne daß ich es daran hindern könnte, meine Gliedmaßen in ihren Bewegungen meinem Gebote mit Blitzesschnelle gehorchen? Das Kind, kaum ein Jahr alt, beschaut mitunter seine nackten Beine, faßt sie an, und freut sich augenscheinlich, daß sie sich bewegen, wann und wie es will, und daß es fühlt, wie sie berührt werden. Bald wird man daran, wie an so manche andre große Gaben, gewöhnt. Daß dem so sei, kommt einem zuletzt ganz natürlich vor — nur dann und wann, und alsdann oft unwiderstehlich, drängt sich uns die Frage auf: wie ist dies möglich? durch welchen Mechanismus, durch welche Naturkräfte wird es be-

wirkt? — So auch hinsichtlich des Sehens, des Hörens, des Sprechvermögens. Wir gewöhnen uns auch an diese großen Gaben wie an etwas uns natürlich Angehöriges, wir wissen sie aber doch zu schätzen. Ein Jeder hat etwas gehört, mehr oder weniger, vom wundervollen Bau des Auges und des Ohres — bei der Erklärung desselben bleibt Niemand gleichgültig.

Dergleichen Fragen aber, wie kann man sie beantworten, ohne sich auf anatomische und naturwissenschaftliche Details zu stützen, die eben nur den Aerzten und Naturforschern im voraus bekannt sind? Nein — um genügend all dergleichen Fragen zu beantworten, müßte man selbst erst noch die Natur in ihrer unendlichen Mannichfaltigkeit kennen, so kennen, wie sie Niemand gekannt, wie sie zu kennen dem Menschen ewig unerreichbar bleiben wird. Auch Naturforscher müssen sich begnügen zu sehen, was ihnen eben vorliegt, zu ahnen, was noch zu sehen sei, bei jedem Schritte vorwärts immer mehr sich zu überzeugen, daß der Weg unendlich lang ist zum eigentlichen Ziele, wo das Innerste der Natur sich uns erschließen sollte. Aber auf dem Wege selbst gewährt jeder Schritt eine wohlthuende Freude, eine Befriedigung, die durch die immer steigende Ueberzeugung von der Unendlichkeit des Weges im selben Verhältniß gewissermaßen gesteigert wird.

Es gilt also, unter den unendlich vielen möglichen Fragen über die lebende Natur, mit Hintansetzung mancher, namentlich

den Aerzten, von großer Wichtigkeit, nur solche zu wählen, die jedem Stande, jedem Alter und jedem Geschlechte entsprechen — und als solche habe ich die wichtigsten bereits beispielsweise Ihnen genannt — es gilt, die Antworten hauptsächlich auf Erfahrungen zu stützen, die im allgemeinen Leben tagtäglich gemacht werden, oder im Laufe der Vorträge erlernt werden können — es gilt, den Gedanken fest zu halten, daß der Hauptzweck einer sogenannten populären Darstellung der Naturerscheinungen immer noch gerade in jener Befriedigung liegt, die die Anerkennung ihrer Unerfaßlichkeit gewährt.

So will ich es denn versuchen, in wenigen Stunden Ihnen die Haupterscheinungen des Lebens darzustellen und zu deuten. Es ist ein großes Feld. Um es in so kurzer Zeit durchzuwandern, dürfen wir nirgends lange zögern — am allerwenigsten gerade beim Eingange.

A.

Das Leben im Allgemeinen.

I. Character des Lebens; II. Physikalische Deutung der Lebenserscheinungen; III. Teleologische Ansicht vom Leben.

A. I. Character des Lebens.

a. Organische — anorganische Körper; b. Organische Structur; c. Organische Stoffe; d. Organisches Leben; e. Scheintod; f. Wechselverhältniß mit der Außenwelt; g. Wechsel der lebenden Formtheile; h. Wechsel der Organe; i. Lebensgeschichte des Eies.

---

a. Organische — anorganische Körper.

Sie werden es schon bemerkt haben, daß ich das Wort „Leben" in dessen eigentlichem Sinne, nämlich als **das physische Leben**, nehme, welches wir nur dem Menschen, den Thieren und den Pflanzen, nicht aber den Mineralien zuschreiben. — Worauf, wollen wir nun zuerst fragen, gründet sich eigentlich die Ansicht, daß das Dasein, nicht nur der Thiere, sondern auch der Pflanzen mit dem des Menschen verwandt sei, im Gegensatz zum Dasein der Mineralien? Sollte nicht zwischen dem Dasein der Thiere und dem der Pflanzen eine eben so tiefe Kluft liegen als zwischen dem Dasein der Pflanzen und dem der Mineralien? Die Pflanzen haben ja eben so wenig als die Mineralien ein Bewußtsein, und selbst von Bewegung oder von Empfindsamkeit ist bei ihnen in der Regel keine Spur wahrzunehmen — was doch gewissermaßen von der freischwingenden Magnetnadel sich wohl behaupten läßt.

Wir haben die Ansicht bereits in unserer Kindheit gewonnen. Ein kleines Mädchen, mit dem ich einmal über eine Blume sprach, fragte mich: „lebt sie?“, und wie ich „ja“ gesagt, fragte es weiter: „kann sie denn sterben?“ Dem Kinde schwebte schon das Grundgesetz vor: es lebt nur, was sterben kann; todt und gestorben ist nur, was gelebt hat. Dieses Gesetz also verfolgend hätte das Kind auf die systematische Eintheilung der Naturkörper geführt werden müssen, in organische und anorganische Körper — denn organische Körper heißen gerade diejenigen, die entweder noch lebend oder gestorben sind; anorganische hingegen heißen die Körper, denen der ganze Gegensatz fehlt zwischen Leben und Tod.

In der That haben wir es alle bereits als Kinder erfahren, daß nur organische Körper leben und sterben können. Wenn man uns weis machen wollte, die schwingende Magnetnadel sei lebend, so ließen wir uns nicht foppen; und hätte Jemand vorgegeben, er habe sie todtgeschlagen, nachdem sie niedergerissen ruhig da lag, würden wir es eben nur als einen Scherz betrachtet haben — denn wir sahen recht gut, die Magnetnadel gehöre zu den Mineralien oder anorganischen Körpern, bei denen vom Sterben eben so wenig als vom Leben ernstlich die Rede sein konnte.

Wie wußten wir aber in diesem, wie in unzähligen andern Fällen gleich zu bestimmen, daß es ein anorganischer (mineralischer) Körper sei, in andern Fällen, es sei ein organischer, das heißt ein Thier- oder Pflanzenkörper? Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß Sie diese Frage keinesweges sogleich mit Bestimmtheit beantworten werden; denn es ist in der That auffallend, wie schnell man im practischen Leben Schlüsse zieht, ohne auf die ganze Reihe von Prämissen zu achten, worauf sie gegründet sind. — Er-

lauben Sie mir, Ihnen einen Fall zu erzählen, wo ich einen großen Meister das Kennzeichen der organischen Körper angeben hörte, und prüfen wir dann, ob es nicht eben das Kennzeichen war, das uns in der Regel zur Richtschnur diente.

Als ich mich im Jahre 1824 in Paris aufhielt, drehte sich dort die Conversation einige Wochen lang hauptsächlich um einen Fund im Kalkbruche des Montmartre. Ein versteinerter Mensch war gefunden, hieß es. Er wurde für Geld gezeigt, und auch ich ging hin ihn zu sehen. — Ein Vorhang wurde weggezogen, und in einer Niche, von Lampen erleuchtet, lag die kreideweiße menschliche Figur als Kern einer größeren Kalkmasse vor den Blicken der staunenden Menge. — Die Sache kam mehrmals zur Sprache im Institut, dem vom Hofe aus der Wunsch geäußert worden, sie näher zu untersuchen. Zwei berühmte Chemiker hatten Bruchstücke der angeblichen Versteinerung untersucht, und sie hatten darin Spuren von phosphorsaurer Kalkerde gefunden, einer chemischen Verbindung, die in allen Wirbelthierknochen sehr vorherrschend ist. Die Angabe ward also von der Wissenschaft unterstützt. Cuvier, damals der Secretair des Instituts, wollte sich anfangs an der Discussion gar nicht betheiligen; endlich erhob er seine Stimme, und Aller Augen waren auf ihn gerichtet; keins seiner Worte ging verloren im großen Saale. Er sprach ruhig und mit einfachen Worten, ohne allen Prunk, aber klar, treffend und überzeugend. Seine Rede war geschlossen. Alles verblieb eine Weile still; Niemand begehrte das Wort, auch nicht jene beiden Chemiker; die Discussion war abgemacht. Der homme fossil du Montmartre, einige Tage lang Liebling der Pariser, war ein Paar Wochen darauf eben nur noch ein Gegenstand des Spottes, zumal in den Vaudevilletheatern, darauf begraben und vergessen.

— Ja, was sprach denn Cuvier? Der Gang seiner Rede war folgender.

Man hat eine Kalkmasse gefunden, die einem Menschenkörper ähnlich sieht; man hält es für wahrscheinlich, daß es ein solcher wirklich sei. Man hat nachgewiesen, daß die Masse phosphorsaure Kalkerde enthält, und deshalb, meint man, sei es jedenfalls wahrscheinlich, daß Knochen darin enthalten sind. Warum aber so viel auf den Schein der Wahrheit geben, wo man die Wahrheit selbst fast mit den Händen greifen kann? Wäre diese Kalkmasse wirklich, was sie der äußeren Form nach zu sein scheint, so müßte hier einer der sehr seltenen Fälle vorliegen, in denen nicht nur die Knochen, sondern auch noch die weicheren Theile des Körpers erhalten wären, mit erdigen Stoffen geschwängert. Man braucht folglich nur an irgend einer bestimmten Stelle einzuhauen, und nachzusehen, ob darin der entsprechende Knochen des allgemein bekannten Menschengerippes wirklich vorhanden ist. Sei es auch nur das äußerste Glied der kleinen Zehe, es muß, wenn nicht gar zu verstümmelt, sogleich von jedem Anatom erkannt werden können. Der Eigenthümer weigert sich aber, eine so tiefdringende Verletzung seinem vermeintlich kostbaren Stücke zuzufügen. Wohlan, er gebe nur ein auch noch so kleines Bruchstück her zur näheren Untersuchung; so viel wird sich allenfalls daraus ergeben, ob es, seiner Structur nach, überhaupt ein organischer Körper sei oder nicht. Auch dies aber hat der Eigenthümer mir verweigert, und dadurch hat er es deutlich verrathen, daß er seiner eigenen Angabe sebst nicht traut.

Diese Bemerkungen Cuvier's waren durchaus entscheidend, für die Gelehrten im Institut nicht weniger als für das ganze Pariser Publikum. Enthielten sie denn etwas Neues, Originelles? Ganz und gar nicht. Es scheint mir im Ge-

gentheil, daß sie den Weg andeuteten, dem im Grunde jeder practische und dabei ganz unbefangene Mensch gefolgt haben würde um die Wahrheit zu enthüllen — vielleicht lag gerade darin die Macht seiner Worte!

b. Organische Structur.

Wir wollten sehen, ob es nicht das von Cuvier angegebene Kennzeichen der organischen Körper sei, wonach wir selbst uns im practischen Leben ganz gewöhnlich richten.

Von der äußeren Form lassen wir uns in dergleichen Fällen nicht leicht täuschen, sofern wir nur ganz unbefangen den zweifelhaften Körper untersuchen. Wenn man in eine Auflösung von Höllenstein ein Stück Zink hineinlegt, so sproßt daran das Silber in der Form eines Laubwerks allmählig hervor — der sogenannte Silber- oder Dianenbaum; aber Niemand wird diesen für eine Pflanze halten. Umgekehrt, hat man ein Stück Holz oder Knochen in der Form eines Krystalls ausgeschnitten, so sieht man doch beim ersten Blick, daß es eben nur ein Stück Holz oder Knochen ist. Woran erkennen wir denn in jenem Falle das Mineral, in diesem den Pflanzen- oder Thierkörper? Es wird erkannt, behaupte ich, gerade an dem inneren Gewebe, an dem organischen Bau, oder, wollen Sie, an der organischen Structur oder Textur. Diesen characteristischen feinen Bau haben wir alle bereits in unserer Kindheit durch Erfahrung und Uebung unterscheiden gelernt, und zwar im Innern der Theile nicht weniger als an der äußeren Oberfläche. Es ist schwer ihn zu zerstören, unmöglich ihn nachzumachen, wodurch eben z. B. die von Holz oder Knochen verarbeiteten Sachen kaum zu verkennen sind, und die von Wachs aufs Künstlichste nachgemachten Blumen kalt und leblos uns ansprechen.

Der organische Bau, wissen wir ferner sehr wohl, gehört eigentlich nur den nicht weniger characteristischen, weichen, organischen Stoffen an. Doch kann er auch harten, mineralischen Stoffen eingeprägt gefunden werden, was dann immer dadurch entstanden ist, daß der organische Körper mit mineralischen Stoffen geschwängert und darauf selbst zerstört worden ist. Auf diese Weise mit Kalksalzen oder Kieselsäure geschwängert und erstarrt, sind durchgängig bei den Thieren die organischen Stoffe der Knochen, bei den Pflanzen die der faserigen Theile. Werden nun die organischen Stoffe, denen dergleichen anorganische eingemischt gewesen, durch die Fäulniß und ähnliche Zersetzung oder durch Feuer zerstört, so können die zurückgelassenen anorganischen noch in lockerem Zusammenhange verbleiben. Man kann durchs Mikroskop in der Asche des verbraunten Holzes noch ein allerdings höchst sprödes Skelet der Holzfasern wiederfinden, und der berühmte Forscher Ehrenberg hat entdeckt, daß ganze Erdlager aus dergleichen Ueberbleibseln vorweltlicher, mikroskopischer Thiere und Pflanzen bestehen. Auch kann es vorkommen, daß verweste Thier- und Pflanzenkörper im Innern der Erdschichten von mineralischen Stoffen dermaßen durchdrungen werden, daß sie diesen Stoffen ihre Formen aufdrücken, und es mußte dies namentlich in jener Pseudoversteinerung der Fall gewesen sein, wenn sie nicht eben nur eine Pseudoversteinerung gewesen.

c. Organische Stoffe.

Wenn es uns in der Regel leicht fällt, überall die organische Structur zu unterscheiden, so gilt dies nicht weniger für die organischen Stoffe, wovon alle organische Körper, also alle Theile der Thier- und Pflanzenkörper, im Wesentlichen gebildet sind, und wovon sie außerdem noch sehr viele in ihren Höhlen, zumal in Wasser aufgelöst, einschließen.

Die „Harttheile" der Wirbelthiere bestehen im Wesentlichen entweder aus Leim oder Hornstoff, mehr oder weniger — wie bereits erwähnt worden — mit erdigen Theilen geschwängert; die „Weichtheile" aber hauptsächlich aus Eiweißstoff (z. B. Gehirn und Nerven) oder aus dem verwandten Faserstoff (wie Fleisch). Von organischen Stoffen, die meist in mikroskopischen Zellen eingeschlossen oder in Flüssigkeiten aufgelöst vorkommen, brauche ich vielleicht nur Fett, Oel, Meelstoff, Käsestoff (mit dem Eiweißstoffe nahe verwandt) und Zucker zu nennen, und Sie werden mir schon zugeben, daß wir immer gleich beim ersten Blick gewußt haben, dergleichen von Mineralien zu unterscheiden, ihnen folglich auch gleich haben ansehen können, daß sie von irgend einem Thiere oder einer Pflanze herstammen. — Die physischen Eigenschaften der organischen Stoffe helfen uns auch schon wesentlich zur Erkennung der organischen Körper, z. B. wenn wir sogleich eine Darmsaite oder einen Faden von Wolle oder Flachs vom feinsten Metaldrahte unterscheiden. Wir wissen, daß sämmtliche organische Stoffe sich von Wasser durchdringen lassen, auch gemeiniglich viel Wasser in sich einschließen; daß sie mit einer Flamme verbrennen und Kohle zurücklassen. Wir wissen aber ferner — und darauf muß ich hier ein vorzügliches Gewicht legen —, daß um aufbewahrt zu werden, dürfen sie nicht der Feuchtigkeit, der Wärme und der Luft ausgesetzt sein, sonst faulen oder verderben sie — wenn nicht irgend ein Thier sie vorher aufspürt; denn diese organischen Stoffe sind ja die eigentlichen Nahrungsstoffe für die Thiere im Allgemeinen wie für uns selbst, und verstehen wir sie zu verwahren, so wissen die Thiere sie aufzuspüren — es kommt darauf an, ob der Verstand oder der Instinct den Sieg davon trägt.

Bleiben wir noch einen Augenblick hier stehen, und beachten wir es, wie man sich gewöhnlich verhält, um derglei-

chen organische Stoffe aufzubewahren. Der Anatom und Zoologe wählt den Weingeist, Arsenik oder andre Giftarten, Alles Feinde des Lebens — und Feinde der Verwesung; der Botaniker zieht gewöhnlich das Trocknen vor. In der Haushaltung wählt man auch mitunter das Trocknen, wodurch allenfalls die Fäulniß verhindert werden kann; das Einsalzen schützt nur für eine gewisse Zeit — sicherer noch wäre eine sehr starke Kälte, wie dies daraus zu ersehen, das in dem ewigen Eise Siberiens die Körper vorweltlicher Elephanten mit Fleisch und Haut bis auf unsere Zeit aufbewahrt sind. — Nicht weniger schützend aber ist die vollkommene Ausschließung der Luft. Daß in hermetisch zugelöteten, blechernen Büchsen Nahrungsmittel sich viele Jahre lang frisch erhalten lassen, kann ich Ihnen durch einen ganz interessanten Fall bestätigen. Es wird Ihnen nicht unbekannt sein, daß Capt. Parry auf seiner dritten Reise nach dem Nordpol 1822—25, bei dem Versuche sein gestrandetes Schiff Fury flott zu machen, eine Menge Victualien hatte ans Land bringen lassen; daß diese vom Capt. John Rofs im Juni 1832 wiedergefunden, und daß dadurch sein und seiner Mannschaft Leben gefristet ward, bis sie im folgenden Jahre, von einem Wallfischfänger aufgenommen, alle glücklich nach England zurückkamen. Capt. Rofs hatte einige der Victualienbüchsen Parry's mit sich gebracht, und wie er 2 Jahre darauf in Kopenhagen sich aufhielt, schenkte er ein Paar davon an den König von Dänemark; dieser schickte sie ans hiesige Sanitätscollegium, und als Mitglied desselben nahm ich Antheil am Gastmahle von dem vor 12 Jahren gekochten und gebratenen Ochsenfleisch. Ich kann es bezeugen, daß es ein sehr wohlschmeckendes Essen abgab.

Wie also die Stoffe, die von der Fäulniß am leichtesten ergriffen werden, in der Polarkälte ihr mehre Jahrtausende

widerstehen; wie auf der andern Seite auch in den heißen Sandwüsten Afrikas die vertrockneten Leichname verschmachteter Menschen und Thiere als natürliche Mumien daliegen, so bleibt auch bei völliger Ausschließung der Luft die Verwesung gänzlich aus.

d. Organisches Leben.

Doch vielleicht schon zu lange habe ich mich dabei aufgehalten, Ihnen zu zeigen, was Sie schon längst gewußt haben, nämlich die organischen Körper von den anorganischen zu unterscheiden, und zwar daß man dazu als Kennzeichen theils den inneren Bau, theils die Natur des Stoffes zu benutzen hat. Nur noch einmal sei es ausgesprochen: der organische Bau, so wie die organische Natur des Stoffes, sind die ausschließlichen Zeugen des Lebens — dies sei nun erloschen oder nicht. — Wie kommt es aber nun eigentlich, daß dieser Bau und diese Natur des Stoffes so sichere Zeugen des Lebens sein können? Dies will ich Ihnen noch erklären, wenngleich Sie auch in dieser Erklärung kaum irgend etwas ganz Neues finden werden.

In der ganzen Mannichfaltigkeit der Lebenserscheinungen aller Thiere und Pflanzen giebt es nur eine ihnen allen gemeinschaftliche. Es ist die Art und Weise, wie sie während des Lebens gedeihen und erhalten werden. Man nennt diese eigenthümliche Erhaltungsweise der Thiere und Pflanzen: die Ernährung. Im weiteren Sinne des Wortes ist die Ernährung eben, was in der Kunstsprache „das organische Leben" heißt, auch wohl das vegetative oder Pflanzen-Leben. Die Ernährung also ist das eigentliche Kennzeichen des Lebens: ohne Ernährung kein Leben, ohne Leben keine Ernährung. Es gilt dies nicht nur für den ganzen Körper, es gilt auch für dessen einzelne

Theile. Sie wissen es Alle, daß in den Thieren und Pflanzen die einzelnen, mehr oder weniger gesonderten Theile in der Regel Organe sind für bestimmte, specielle Verrichtungen („Functionen") im Dienste des ganzen lebenden Körpers, eine Organisation, wodurch Thiere und Pflanzen den gemeinsamen Namen von Organismen erworben. Die specielle Verrichtung eines Organs aber sei welche sie auch wolle, sie gehöre zum pflanzlichen Leben selbst oder zum thierischen (wie z. B. eine Sinnesempfindung, eine willkührliche Bewegung) — immer muß das Organ fortwährend in der Ernährung begriffen sein. Das organische Leben des Organismus umfaßt alle dessen Theile; sie leben alle im lebenden Organismus.

e. Scheintod.

Zur Ernährung, dem Wesentlichen aller Lebenserscheinungen, gehört nun gerade unbedingt jener organische Bau, jene eigenthümlichen, organischen Stoffe — nur diese sind es, die der Ernährung, und somit des Lebens selbst fähig sind. Finden wir an einem organischen Körper die Formen anscheinend unbeschädigt, die organischen Stoffe desselben aber mehr oder weniger zersetzt, so wissen wir, daß er todt, des Lebens nicht mehr fähig ist. — Gesetzt nun aber, wir fänden einen solchen organischen Körper anscheinend wohl erhalten, dem Stoffe sowohl als dem inneren Bau nach, und dennoch leblos da liegend. Wie würden wir dann urtheilen? Hören wir, wie man im practischen Leben dabei zu verfahren pflegt.

Ist es ein Pflanzenkörper, — z. B. eine verwelkte Pflanze, ein Samenkorn — so begießen wir die Erde, worin die Pflanze wurzelt, mit Wasser, werfen auch wohl einstweilen den Samen ins Wasser. Bleibt die Pflanze darauf immer noch welk und schlaff, der Pflanzensamen trocken oben auf der Oberfläche des Wassers schwimmend, — so geben wir die Hoffnung

einer Wiederbelebung auf. Wird hingegen das Wasser eingesogen, der Pflanzenkörper dadurch strotzend, dann heißt es, die Lebensfülle ist wieder eingetreten; es hat der Pflanze nur an Wasser gefehlt, dieser nothwendigen äußeren Lebensbedingung; die Pflanze war nur „scheintodt", sie hatte ihre Lebensfähigkeit bewahrt und braucht nur noch Wasser, frische Luft, Wärme und Sonnenlicht im richtigen Verhältniß, um ferner zu gedeihen. Die genannten äußeren Einwirkungen sind, so hat es die Erfahrung des practischen Lebens gelehrt, für die Pflanzen im Allgemeinen nothwendige äußere Lebensbedingungen.

Diese Erfahrungen führen uns auf einige sehr wichtige Sätze in der Lehre vom Leben. Es ergiebt sich, daß die äußeren Lebensbedingungen im Wesentlichen dieselben sind, wie die Bedingungen für die Zersetzung organischer Stoffe. Denn Wasser, Luft und Wärme, hörten wir ja eben, wären auch zu der Verwesung und der Zersetzung überhaupt durchaus nothwendig. So begreift man schon, wie eine lebende Pflanze und besonders Pflanzensamen, wenn sie dieser äußeren Einflüsse beraubt sind, zwar nicht gedeihen können, aber dennoch sich frisch erhalten. — Wie lange könnte wohl ein Pflanzenkörper auf diese Weise seine Lebensfähigkeit beibehalten? Es ist schwer, darüber sich im Allgemeinen auszusprechen. Angegeben wird es aber, daß Samenkörner aus den alten ägyptischen Pyramiden zum Keimen gebracht worden — folglich über 2000 Jahre ihre Lebensfähigkeit bewahrt haben, ohne eigentlich zu leben.

Gehen wir nun aber zur Betrachtung der leblos da liegenden Thiere über. Auch sie können anscheinend todt und doch noch lebensfähig sein — scheintodt. „Aber wohl nur kurze Zeit" — werden Sie vielleicht sagen. Allerdings, in Bezug auf den Menschen und die warmblütigen Thiere über-

haupt. In diesen ist die natürliche Wärme und zugleich die Menge der mit aufgelösten organischen Stoffen geschwängerten Flüssigkeit zu groß, als daß beim Stocken des Lebens die Fäulniß lange sollte ausbleiben können. Der Winterschlaf einiger Säugethiere stellt in der Regel keinen wahren Scheintod dar, vielmehr einen langen Schlaf mit sehr herabgestimmter Ernährungsthätigkeit. — Bei den kaltblütigen Thieren jedoch kann der Scheintod sehr lange dauern. Die älteren Angaben von Fröschen, im Innern von Steinen lebensfähig erhalten, sind in neuerer Zeit durch keine neu hinzugekommene Fälle bestätigt worden. Hingegen hat man wenigstens an einigen niederen Thieren sehr merkwürdige Beobachtungen gewonnen. Es ist Professor Schultze in Greifswald gelungen, gewisse sehr kleine Thiere (Tardigrada), zur Familie der Spinnen gehörig, nachdem er sie wenigstens sieben Jahre lang, anscheinend als dürren Staub, aufbewahrt, durch Anfeuchtung wieder ins Leben zu rufen.

Vom Scheintode des Menschen nur noch einige Worte. Wie viele Tage er dauern könne, ist kaum mit Bestimmtheit anzugeben. Die Frage aber: wie er vom wahren Tode zu unterscheiden? werden Sie aus dem eben Erwähnten gleich entnehmen können. Nur ein Kennzeichen werden Sie demzufolge als durchaus verbürgt erklären: die angehende Verwesung. Denn nur die eintretende Verwesung beweist, daß die fürs Leben sowohl als für die Verwesung gemeinsamen äußeren Bedingungen hinlänglich eingewirkt haben, um ihren Einfluß geltend zu machen in dieser oder in jener Richtung, daß bei dem Menschen wie bei den warmblütigen Thieren überhaupt namentlich die Luft und die Wärme hinlänglich eingewirkt, um über Leben und Tod zu entscheiden, und daß das Urtheil bereits ausgesprochen. Die erste Spur der eintretenden Verwesung giebt sich in der Todesstarre zu erkennen. Sie

zeigt das Gerinnen des Faserstoffes im Fleische an, und dadurch schon muß die Möglichkeit des Wiedererlebens als ausgeschlossen betrachtet werden. Das sicherste Zeichen ist und bleibt aber das Eintreten der eigentlichen Verwesung. Wo ein Scheintod einigermaßen anzunehmen ist, und zumal wo das Leben offenbar durchs Ausbleiben der äußeren Lebensbedingungen, namentlich Wärme oder Luft, in Stocken gerathen, also beim Erfrornen oder Erstickten, wohin auch der Ertrunkene und ferner das leblos geborene Kind zu rechnen sind, würde es unverantwortlich sein, nicht abzuwarten, bis die Spuren der Verwesung übers Leben den Stab gänzlich gebrochen – doch dies ist zu allgemein bekannt, und ich gestehe Ihnen, daß ich überzeugt bin, die Furcht lebendig begraben zu werden sei durchgängig ganz unbegründet, wenn nicht eine herkömmliche, aufs nordeuropäische Klima gar nicht passende Sitte das Begräbniß vor Sonnenuntergang gebietet.

f. Wechselverkehr mit der Außenwelt.

f. Wie kommt es nun, daß die vereinte Einwirkung von Wärme, Luft und Wasser, die auf die todten organischen Stoffe und Körper so unbedingt zerstörend ist, für die lebenden Organismen gerade zum Gedeihen und zur Erhaltung eine nothwendige Bedingung wird? Was die lebenden Pflanzen betrifft, kann man die Nothwendigkeit ihrer gemeinsamen Einwirkung gar leicht erklären. Fragen wir lieber, wie ist es möglich, daß die Pflanzen, um so yppig zu wachsen, oft sich damit begnügen können, Wasser und Luft von außen zu beziehen? Viele der organischen Stoffe einer Pflanze (Oel, Stärkemehl, Zucker u. s. w.) bestehen aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff. Um sie zu bilden, gebraucht die Pflanze, außer dem Wasser (das selbst aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht), noch die Kohlensäure, die sehr allgemein der Luft eingemischt

2*

ist. Sie bezieht aus dieser Kohlensäure (aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehend) den Kohlenstoff und läßt den Sauerstoff fahren. Die Ausscheidung des Kohlenstoffes aus der Kohlensäure geschieht, wie die Erfahrung gezeigt hat, nur in den grünen Blättern und zwar unter der Einwirkung des Sonnenlichtes, weshalb in der Regel auch die Einwirkung des Sonnenlichtes zu den äußeren Lebensbedingungen der Pflanzen gehört. Andre Pflanzenstoffe bestehen aber, außer den genannten drei Grundstoffen, noch aus Stickstoff, und diesen scheint die Pflanze nicht aus der Luft, sondern aus dem in der Erde enthaltenen Ammonium zu beziehen. Auch kann man es nicht bezweifeln, daß der Schwefel, Phosphor, die Kalkerde, die Kieselsäure, das Eisen, so wie überhaupt sämmtliche Grundstoffe, die sich sonst noch in der Pflanze befinden, aus der Erde bezogen werden, und zwar in irgend einer im Wasser auflösbaren Verbindung. — Das Wasser, das die Erde tränkt, so wie die verschiedenen in diesem Wasser aufgelösten Stoffe und die Kohlensäure der Luft sind somit als **Nahrungsstoffe der Pflanze zu betrachten**, und gehen theils unverändert, theils nachdem sie erst in neue Verbindungen gebracht worden (und zwar in der Pflanze selbst), als organische Stoffe im Bau derselben auf. Da ferner ein solcher Stoffumsatz offenbar ein chemischer Prozeß ist, kann es nicht befremden, wenn dazu noch ein gewisser Wärmegrad erfordert wird.

Für die Unterhaltung des organischen Lebens der **Thiere** sind die äußeren Lebensbedingungen nicht ganz dieselben wie die fürs Leben der Pflanzen. Als Nahrungsstoffe können die Thiere überhaupt sich eben so wenig wie der Mensch mit Wasser und Luft bloß begnügen. Sie müssen nothwendigerweise organische Stoffe, entweder animalische oder vegetabilische, viele von ihnen ausschließlich entweder jene oder diese, genießen.

In Thieren besteht nicht wie in Pflanzen die chemische Kraft, organische Stoffe aus anorganischen Stoffverbindungen zu bilden, sondern eben nur die, wodurch ein organischer Stoff in einen andern verwandelt wird. Das Bedürfniß des Wassers fällt damit für die Thiere zum großen Theil weg, nämlich in so fern daraus für die Pflanzen der Wasserstoff und der Sauerstoff zur Bildung organischer Stoffe zu beziehen sind. Das Thier hat auch keinen Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft sich zu verschaffen, wodurch zugleich das Sonnenlicht aufhört, eine nothwendige Lebensbedingung zu sein. Daß die Wärme immer noch unentbehrlich bleibt, läßt sich schon daraus erklären, daß auch die Umwandlung eines organischen Stoffes in einen andern ein chemischer Vorgang zu nennen ist.

Es bliebe somit hinsichtlich des organischen Lebens im Thiere nur noch die Nothwendigkeit des Luftschöpfens oder des Athmens zu erklären übrig. Vergleicht man die ausgeathmete Luft mit der eingeathmeten, so findet man die Luftmasse unverändert, den Stickstoff in beiden gleich, den Sauerstoff aber durchs Athmen zum Theil mit Kohlensäure umgetauscht, und zwar so, daß der Thierorganismus dadurch nur sehr wenig Sauerstoff gewonnen, Kohlenstoff verloren hat. Es ergiebt sich nun, daß die äußere Luft dem Thierorganismus hauptsächlich dazu dient, sich von einem Auswurfsstoffe, nämlich dem Kohlenstoffe, zu befreien. Wollten wir es noch versuchen, die Ansicht festzuhalten, der Verkehr mit der Außenwelt diene dem Organismus nur dazu, sich immer mehre neue Stoffe zu verschaffen, so müßten wir annehmen, der beim Athmen ausgeschiedene Kohlenstoff sei eben nur ein Ueberschuß desselben in den eingenommenen Nahrungsmitteln, welcher Ueberschuß durch die Bildung neuer organischer Stoffe frei geworden. Auch die fürs Leben unumgängliche Nothwendigkeit anderer Ausleerungen, wie namentlich des Harnstoffes und der

Harnsäure, ließe sich aus der Unbrauchbarkeit anderer eingenommenen Stoffe erklären.

Allein — die ganze Ansicht, wonach der Verkehr mit der Außenwelt dem Organismus nur dazu dienen sollte, ihm immer mehr neue Stoffe zu verschaffen, zeigt sich vollends unhaltbar, sobald wir darauf Rücksicht nehmen, daß der Verkehr nicht nur in der Periode des Wachsthums, sondern auch sich dann noch als dringend nothwendig erweist, wenn der Körper durchaus nicht mehr zunimmt, oder wohl gar in sichtbarer Abnahme ist.

Eine andre Ansicht von der Bedeutung des Verkehrs mit der Außenwelt muß sich uns demnach aufdrängen, nämlich, daß er ein ununterbrochener Wechselverkehr, ein gegenseitiger Austausch von Stoffen ist, wodurch dem Gewichte nach allerdings lange ein Gewinn auf Seiten des Organismus fällt, dann ein Gleichgewicht eintritt, endlich der Gewinn auf Seiten der Außenwelt gelangt. Der Ab- und Zugang von Stoffen muß die Gebilde bis ins Innerste des Organismus treffen; das bereits Gebildete kann dabei nicht bleiben wie es ist, nicht sein wie es eben war. Die Richtigkeit dieser Ansicht wird durch mehre Erscheinungen des Pflanzenlebens bestätigt. Man weiß, wie z. B. eine Zwiebel im Wasser gehalten und dabei der freien Luft ausgesetzt, oder wenigstens von der deckenden Glasglocke dann und wann zur Lufterneuerung befreit, dazu noch einer nicht zu niedrigen Temperatur ausgesetzt, ihren ganzen Lebenslauf durchmacht und ihre Blume aufs Schönste entfaltet. Ist nun das Wasser, worin die Pflanze gedeiht, als reines eingegossen worden, und wir untersuchen es von Zeit zu Zeit, so werden wir es immer trüber finden. Während des Gedeihens der Pflanze werden also dem Wasser fremde Stoffe eingemischt, und zwar organische Bestandtheile — Bestandtheile, die in der Pflanze selbst gebildet worden und

Theile derselben ausgemacht haben. So rührt auch der Wohlgeruch der Blume offenbar von flüchtigen Stoffen her, in der Pflanze gebildet und von ihr ausgeschieden.

g. Wechsel der lebenden Formtheile.

Wenn während des Lebens ein ununterbrochener Ab- und Zugang von Stoffen im Innern des Organismus stattfindet, wie verhalten sich nun dabei die Formtheile? Man könnte sich denken, daß der Stoffwechsel eben nur auf die chemische Beschaffenheit jedes Theilchens wirke, ohne dessen Form wesentlich zu ändern; man könnte aber auch vermuthen, dem Ab- und Zugange der Stoffe müsse ein Ab- und Zugang der kleinsten Formtheilchen entsprechen. Daß die letzte Annahme die richtigere sei, ist gerade nicht schwer zu erweisen.

Werfen wir einen Blick auf die Oberfläche unseres eigenen Körpers! Wir sehen hier die Oberhaut fortwährend von innen her verjüngt werden durch Neubildung der kleinsten Formtheile („Zellen"), während die älteren Schichten als welke Schüppchen abfallen. Unsere gegenwärtige Oberhaut ist somit gar nicht mehr die vom vorigen Jahre, und wird zum nächsten einer ganz neuen gewichen sein. An den inwendigen Flächen überhaupt, namentlich an allen Schleimflächen, verhält es sich eben so, ja Alles, was wir Schleim nennen, ist nur eine Sammlung dergleichen abgestoßener Formtheile (Zellen) mit Feuchtigkeit getränkt. Auch die Nägel und Haare wachsen durch eine ganz entsprechende fortwährende Neubildung von ihren „Keimen", das heißt, von den mit Blutgefäßen reichlich versehenen Hauttheilen, an denen sie festsitzen.

Unter den verschiedenen inneren Theilen gewähren zumal die Knochen ein leicht in die Augen fallendes Bild vom Wechsel der lebenden Formtheile. Sie wissen es schon, wie im zarten Alter die Knochen überhaupt mehr oder weniger als Knorpel

sich zeigen, und zwar um so mehr, je jünger sie sind; und Sie werden es sich wohl schon denken, daß in der Regel die Knochen des Gerippes anfangs durch und durch knorpelig gewesen. Während der Knochen wächst, verändert er also ganz und gar seine Natur, und die zuerst sich darbietende Annahme möchte wohl die sein, daß dies nur durch Einmischung von Kalkerde in den organischen Stoff geschehe. Der organische Stoff verändert sich aber auch zugleich. Wenn man einen frischen Knochen in Salzsäure thut, wird dadurch alle Kalkerde aufgelöst. Man erhält denselben Knochen unverändert in Größe wie in Form, aber so weich, daß man die Rippe eines erwachsenen Menschen in einen Knoten binden kann, dabei auch dermaßen nachgiebig, schwammartig zusammendrückbar, daß man eines der dicksten Wirbelbeine durch die ganz enge Oeffnung einer gewöhnlichen Medicinflasche hineinstecken kann. Hier hat man nun den Knochenknorpel, worin die phosphorsaure Kalkerde eingemischt gewesen; er ist chemisch untersucht worden, und vom ursprünglichen Knorpel ziemlich abweichend gefunden. Es muß also auch darin eine chemische Veränderung während der Verknöcherung vorgehen.

Vergleichen wir nun einmal einen und denselben Knochen, z. B. den Schenkelknochen, eines Neugeborenen und eines Erwachsenen, und fragen wir uns, kann dieser letztere aus jenem ganz einfach durch eine allmählige Ansetzung neuer Schichten von außen entstanden sein? Nimmermehr, müssen wir gleich sagen; denn das Mittelstück ist ja verhältnißmäßig viel länger — die beiden dickeren Endstücke sind also während des Wachsthums immer weiter von einander gerückt. Vielleicht hat sich das Mittelstück, obgleich schon lange vor der Geburt ganz verknöchert, unterdessen gedehnt. Diese Vermuthung lag sehr nahe, und um sie zu prüfen, hat man an

ganz jungen Thieren zwei kleine Stifte in das verknöcherte Mittelstück des Schenkelbeins hineingesteckt, und zwar genau einen Zoll von einander in der Längerichtung des Knochens, wobei sie zugleich sehr nahe an die beiden knolligen Endstücke desselben Knochens zu stehen kamen. Das Thier wuchs heran und wurde geschlachtet. Man suchte nun die beiden Stifte, und fand sie an Ort und Stelle, das heißt, immer noch genau einen Zoll von einander abstehend, jeden Stift jedoch für sich sehr weit von dem entsprechenden Endstücke entfernt. Der Länge nach wächst also der einmal verknöcherte Theil gar nicht mehr; das Wachsthum ist auf den noch knorpeligen Theil zunächst an den Endstücken beschränkt — und so erklärt es sich denn auch, daß während der Kindheit und der ersten Jugend, so lange der Mensch überhaupt noch in die Höhe wächst (was hauptsächlich von der zunehmenden Länge des Schenkelbeins und der beiden Knochen des Unterschenkels herrührt), so lange sind auch noch die beiden Endstücke dieser langen Knochen nur durch eine knorpelige Zwischenschicht ans Mittelstück fest angewachsen. Von dem selben Augenblicke, wo sie mit diesem eine zusammenhangende Masse bilden, ist ihr Wuchs in die Länge hin, und somit auch der Wuchs des ganzen menschlichen Körpers, vollendet.

Aber nimmt der einmal verknöcherte Theil nicht immer noch, und zwar sehr bedeutend, in der Dicke zu? und wie geschieht dies? — Sie werden es Alle bemerkt haben, daß die langen Knochen von älteren Thieren, und zumal gerade der Schenkelknochen, hohl sind und in ihrer Höhlung eine Masse enthalten, gewöhnlich „Mark" genannt, um so mehr, je älter das Thier ist. Dies veranlaßte die Vermuthung, der Knochen dehne sich vielleicht in die Breite aus. Um diese Vermuthung zu prüfen, legte ein Forscher des vorigen Jahrhunderts einen goldenen Ring dicht um den zarten Schenkel-

knochen einer ganz jungen Taube. Wäre die Vermuthung richtig, so würde der Knochen an dieser Stelle wahrscheinlich immer stärker eingeschnürt werden. Die Wunde war geheilt, die Taube erwachsen und ward nun geschlachtet. Der Forscher suchte seinen Ring, fand aber an der genau angegebenen Stelle keine Spur weder vom Ring noch von irgend einer Einschnürung. Der Ring lag in der inneren Höhle des Knochens. Hätte er ihn früher gesucht, so würde er ihn sicher im Innern der Knochenmasse gefunden haben. Es verhält sich hiemit auf folgende Weise. In den Knochen nicht weniger als in der Oberhaut verschwindet während des Lebens das Gebildete, und bildet sich Neues, um selbst wiederum dem später Gebildeten zu weichen. Die Neubildung aber geht hier von der äußeren Fläche aus, wo die gefäßreiche Beinhaut liegt; und bei jeder neugebildeten Schicht wird also der Knochen um eben so viel dicker. Hingegen herrscht das allmählige Schwinden des früher Gebildeten gerade zuinnerst vor, und dadurch wird also der Knochen immer mehr ausgehöhlt. — Auf eine entsprechende Weise wächst der Stamm eines Laubbaumes. Sie werden es schon wissen, wie die durch die Baumrinde ins Holz eingeschnittenen Figuren nach einigen Jahren von der Rinde überdeckt werden und allmählig verschwinden. Werden sie dadurch zugleich vernichtet? Sie können diese Frage sich selbst aus diesem Stück Buchenholz beantworten, von dem ich Ihnen folgende Mittheilung zu machen im Stande bin. Es ist ein ganz gemeines Stück Holz, das im Jahre 1832 durchs Beil gespalten wurde. Nicht wenig staunte der Holzhauer, als er in der eben vollführten Schnittfläche ganz deutlich — wie Sie selbst hier sehen — die Zahl 1719 einerseits vertieft, anderseits erhoben vor sich sah. Auch die Baumstämme werden ja zuletzt hohl, und wäre der Stamm, wovon dies Stück herrührt, alt genug geworden, so hätte die

Aushöhlung wohl auch die Schichten erreicht, worauf hier die Jahreszahl eingeprägt ist, und die Inschrift, von außen eingegraben, wäre von innen her vertilgt worden.

Fassen wir nun jene fortwährende Bildung neuer Formtheile und dies Schwinden der bereits gebildeten zusammen, so muß es uns klar werden, daß namentlich jeder Knochen des lebenden Körpers durch den Ernährungsfortgang allmählig ein ganz anderer wird. Der Schenkelknochen eines kleinen Kindes kann ganz behaglich in der Höhlung desselben Knochens eines Erwachsenen Platz finden. Die Höhlung bezeichnet den Raum, der früher von einem vollkommen ähnlichen kleinen Knochen eingenommen worden, und von welchem jetzt auch nicht das kleinste Theilchen mehr übrig geblieben.

In den inneren Weichtheilen ist ein entsprechender Wechsel der kleinsten Formtheile bei weitem schwerer nachzuweisen. Man muß gestehen, daß es bis jetzt nur in sehr wenigen gelungen ist, ihn auf eine überzeugende Weise darzuthun. Gewiß bleibt es auch, daß er jedenfalls sehr verschieden rasch in den verschiedenen Organen vor sich geht, und wenn es behauptet worden, der menschliche Körper werde im Laufe von sieben Jahren ein ganz anderer, so liegt dieser Behauptung allerdings eine vollkommen richtige Ansicht zu Grunde, nur daß die bestimmte Zahlangabe durchaus willkührlich ist. Eines Theils werden manche Organe sehr oft durch und durch erneuert, während andere nur wenig verändert werden; andern Theils ist die Schnelligkeit des Wechsels überaus verschieden in den verschiedenen Lebensperioden, am schnellsten immer in den früheren.

An und für sich aber ist, wie gesagt, die Ansicht von der Erneuerung der Körpertheile vollkommen richtig, und wenn im Laufe der Jahre ein Mensch sich so verändert zeigt — entweder zu seinem Vortheile oder zu seinem Nachtheile, — daß

er kaum wieder zu erkennen ist, obgleich seine tägliche Umgebung ihm von einem Tage zum andern gar keine Veränderung angemerkt hat, die allgemeine Veränderung also nur durch unzählige, überaus kleine bewirkt sein kann, darf man dies nicht so erklären, als ob die früheren Formtheile alle nur selbst verändert worden, sondern viel mehr so, daß die älteren Formtheile selbst verschwunden sind und jüngeren, meist allerdings sehr ähnlichen, vielleicht nie aber vollkommen gleichen, Platz gemacht haben.

Das Dasein der Thiere, so wie der Pflanzen, ist demnach nie, wie das starre Dasein der Mineralien, ein Ruhestand zu nennen. Sie wachsen nicht, wie etwa ein Krystall während seiner Bildung, durch ein fortgehendes Ansetzen von neuen Theilchen, während die früher gebildeten unverändert bleiben, wie sie waren. Ihre Erhaltung geschieht vielmehr durch einen ununterbrochenen, ins Tiefste eingreifenden Wechsel der Stoffe und der Formtheile. Diese den Organismen eigenthümliche Erhaltungsweise, die Ernährung, das organische Leben, ist es, was den wahren Character der lebenden Körper ausmacht.

Der Einfluß einer vereinten Einwirkung von Wärme, Luft und Wasser auf die organischen Stoffe und Körper ergab sich uns als ein durchaus entgegengesetzter im Leben und im Tode. Dort zeigte er sich als eine Bedingung der Erhaltung, hier als eine Bedingung der Auflösung oder Zersetzung. Auch im Leben, haben wir jetzt gesehen, findet eine Auflösung oder Zersetzung Statt. Vielleicht also liegt die Nothwendigkeit des organischen Stoffwechsels eines lebenden Körpers eben nur darin, daß die organischen Gebilde, ihrer Natur nach, nicht fortbestehen können, und immerfort durch neue ersetzt werden müssen.

Bei dieser Ansicht könnten wir vielleicht stehen bleiben, wenn die Ernährung sich auf einen Ersatz der älteren Formtheile durch ähnliche oder fast gleiche beschränkte. Verfolgen wir nun aber die Erscheinungen der Ernährung etwas weiter, und ihre Bedeutung wird sich uns als eine ganz andre darstellen.

h. Wechsel der Organe.

Den Wechsel der Formtheile haben wir bis jetzt nur im Kleinen kennen gelernt. Die allmählige Erneuerung eines Organs durch den Wechsel seiner kleinsten Formtheile ließe sich mit der bekannten Erhaltung des heiligen Schiffes in Griechenland vergleichen, wobei am Ende jeder kleinste Theil erneuert worden, ohne daß es anzugeben gewesen, wann eigentlich das Schiff sein Recht verloren hat, für das alte angesehen zu werden. Sehr häufig aber geschieht die Erneuerung der lebenden Organtheile in einem viel größeren Styl. So bereits, wenn die Schlangen alljährlich ihre ganze Oberhaut, die Krebse ihre Kalkschale abstreifen, wodurch der noch ganz zarte, neue Repräsentant des abgeworfenen Organs plötzlich in seiner Totalität zum Vorschein kommt. Indessen läßt sich auch noch diese Erscheinung auf den ganz allgemein vorkommenden Oberhautwechsel zurückführen; denn der neue Theil ist hier immer noch an derselben Hautoberfläche, und somit auf demselben Keim als der alte gebildet worden; der Unterschied liegt eigentlich nur darin, daß der Zusammenhang der älteren und neueren Schichten unterbrochen ist. Anders jedoch schon bei dem halbjährlichen Wechsel der Haare bei den Säugethieren, der Federn bei den Vögeln. Hier nämlich ist es nicht nur der hornige Theil des Haares und der Feder, der sich neubildet, es ist vielmehr der gefäß- und nervenreiche Haar- und Feder k e i m selbst. Beim Menschen geschieht der Wechsel der Haare bekanntlich nur allmählig, immer aber auf

dieselbe Weise, durch Neubildung der Keime selbst, und zwar nicht nur, indem die sogenannten Milchhaare (deren es mehre Sätze giebt) von den späteren abgelöst werden, sondern auch wenn, zumal bei schweren Krankheiten im Jugendalter, alle Haare ausfallen und von neuen ersetzt werden. Die Neubildung wird vorzugsweise in dergleichen anomalen Fällen eine „Regeneration" genannt; man sieht leicht, daß dieselbe Benennung sich auf die Neubildung bei der Ernährung überhaupt anwenden läßt.

Ein schönes Bild von dem Organwechsel im Größeren können wir ferner beim Wechsel der Zähne wahrnehmen. Bei den Säugethieren tritt er bekanntlich regelmäßig nur einmal ein, bei manchen Fischen (besonders bei Haien und Rochen) mehrmals im Leben. Wenn man am Kinde wie am Erwachsenen eine ununterbrochene Zahnreihe in beiden Kiefern stehen sieht, die des Erwachsenen zum Theil allerdings verschieden von denen des Kindes, im Wesentlichen jedoch ganz ähnlich, würde man sich die Veränderung von vorne herein kaum so denken, wie wir wissen, daß sie in der Wirklichkeit vor sich geht. Lange bevor die Milchzähne abgenutzt worden — ja in der That lange bevor noch die Milchzähne selbst ausgebrochen sind, haben sich schon ihre Stellvertreter im Innern der Kiefer zur Ablösung vorbereitet.

Als ein vielleicht noch erhabneres Bild der Ernährung läßt sich der jährliche Wechsel des Hirschgeweihes aufstellen. Auch hier hat wohl ein Jeder von uns die allmählige Vergrößerung als einen ungestörten Wuchs sich gedacht, bis wir endlich erfuhren, daß das ganze Geweihe jedes Jahr neugebildet wird, das neue Geweihe immer ähnlich, nie ganz gleich dem früher abgestoßenen.

So erzielt die Ernährung die Herstellung einer bestimmten Form in allen Einzelnheiten. Nicht nur die kleinsten Theile

müssen vergehen, während das ganze Organ fortbesteht, auch das Organ selbst kann vergehen und aufs Neue entstehen — also einstweilen nur in der Idee leben. Wie viel großartiger nun aber auch der Organwechsel in den letztgenannten Fällen sich darstellt, auch in ihnen zeigt sich die Ernährung doch nur als eine Erhaltung des bestehenden Organismus mit allen seinen bereits bestehenden Organen und mit Beibehaltung der Lage und des Baues desselben. Durch dergleichen Veränderungen kann es oft geschehen, das ein Individuum zuletzt gar nicht mehr wieder zu erkennen ist, immer aber doch noch die Art, vielmehr die Familie oder die Klasse, wozu es gehört. Anders verhält es sich mit einer Reihe Formveränderungen, die wir jetzt zu betrachten haben. Ein Organ kann auch schwinden und von einem ganz unähnlichen ersetzt werden. Es kann ferner entweder allmählig schwinden oder plötzlich abgestoßen werden, ohne daß ein entsprechendes Organ dafür aufträte. Haben dergleichen vergängliche Organe eine größere Strecke außen am Organismus eingenommen, so muß ihr Verschwinden eine wesentliche Veränderung in seinem Aeußeren bewirken. Sie werden es schon errathen, daß ich hier dergleichen großartige Veränderungen vor Augen habe, die man gemeiniglich „Metamorphosen" nennt, als wie die Verwandslung der Froschlarven in Frösche, der Raupen in Insecten, und Sie werden vielleicht meinen, daß dergleichen Fälle jedoch nur als ganz außergewöhnliche zu betrachten sind. Es ist mir aber gerade darum zu thun, Ihnen zu zeigen, daß dergleichen Verwandlungen in der That im Lebenslaufe jedes Thieres, so wie jeder Pflanze vorkommen, namentlich wenn man, wie billig, auch auf die frühesten Perioden derselben Rücksicht nimmt.

Wie hat ursprünglich z. B. ein Huhn ausgesehen? Es möchte Jemand antworten: „es ist ja als ein Küchlein aus

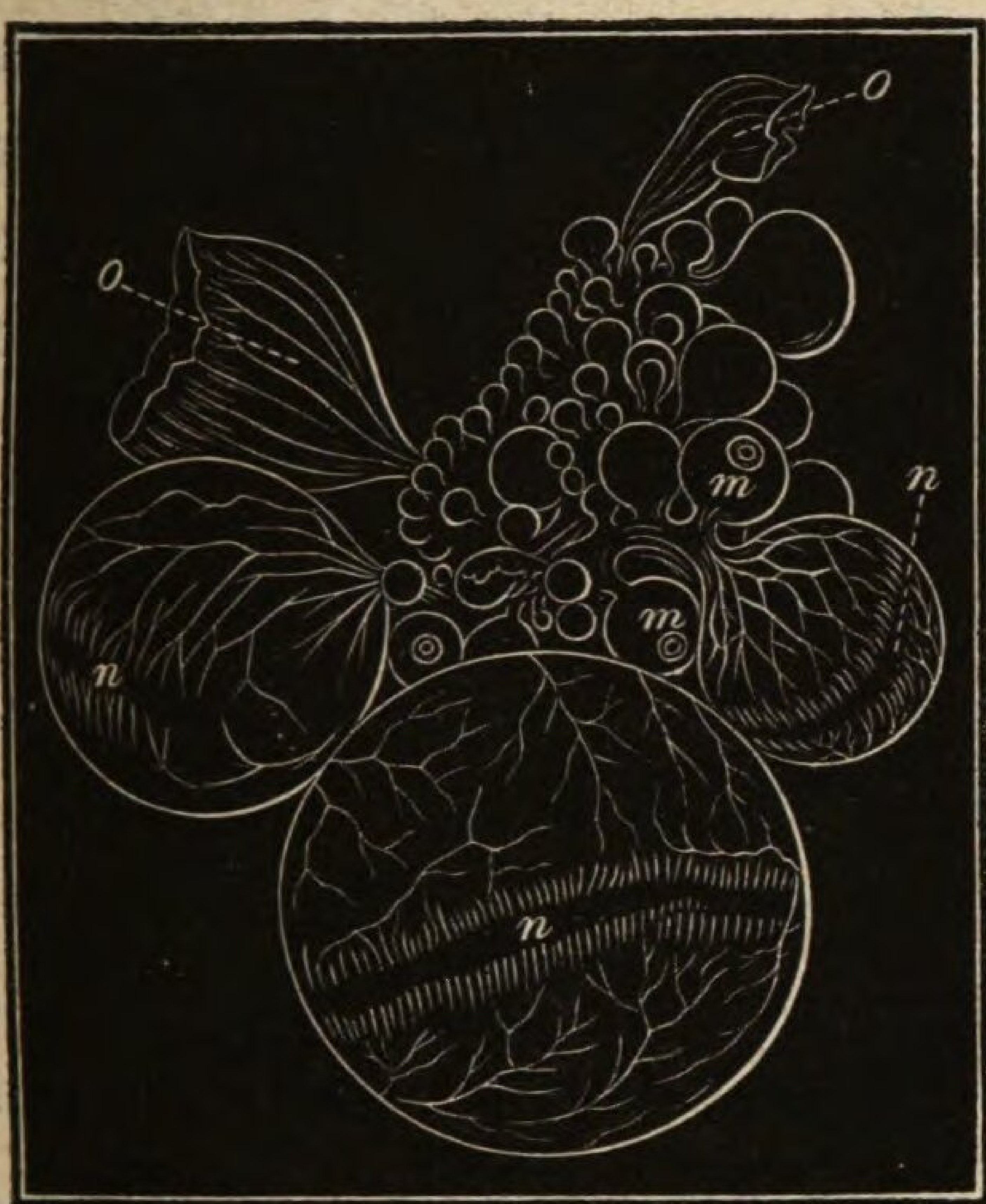
dem Ei gekrochen". Das Herauskriechen des Küchleins aus der zerbrochenen Eischale ist aber eben nur mit dem Hervortreten des Insects aus dem Puppengehäuse zu vergleichen. Betrachten wir dies als eine plötzliche Verwandlung der Puppe in ein Insect, so müssen wir auch jenes für eine plötzliche Verwandlung des Eies in einen Vogel ansehen. Innerhalb des Puppengehäuses bilden sich die Insectenorgane auf Kosten der Larvenorgane und des im Innern der Larve angehäuften Fettes eben so allmählig und überhaupt gerade nur so aus, wie innerhalb der Eischale das Küchlein auf Kosten des Dotterfettes und des Eiweiß'. Die Eischale ist eben wie das Puppengehäuse ein vergängliches Organ, das abgeworfen wird, sobald es seine Aufgabe im Dienste des Organismus (Function) vollführt hat. Nehmen wir einmal eins dieser Beispiele etwas genauer vor, um die Gesetze dieser Entwickelung zu erläutern, und wählen wir das Küchlein im Ei, als dasjenige, was doch wohl an und für sich ein allgemeineres Interesse haben möchte.

i. Lebensgeschichte des Eies.

An jedem Vogelei lassen sich bekanntlich von innen nach außen folgende Theile unterscheiden: 1) der Dotter, 2) das Eiweiß, 3) die Schalenhaut, 4) die Kalkschale. Diese verschiedenen Theile des Eies sind schichtenweise einer nach dem andern gebildet worden, und zwar in derselben Ordnung, worin sie eben genannt wurden: erst der Dotter, dann das Eiweiß, die Schalenhaut, zuletzt die Kalkschale. — Das Ei ist länglichrund mit einem spitzen und einem stumpfen Pol, der Dotter jedoch kugelrund, und an ihm bemerkt man ein kleines rundes Scheibchen, den sogenannten „Hahnentritt" oder das „Keimlager". — Die Dotter werden in einem eigenen Organe des mütterlichen Thieres gebildet, welches Organ

Eierstock (Ovarium) heißt. Bei den Vögeln hat das Organ eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Traube, deren Beeren sehr ungleicher Größe sind. Dies rührt daher, daß es von den anwachsenden kugelrunden Dottern in Bläschen und Blasen aufgetrieben wird, und zwar so stark, daß seine blasenförmigen, gefäßreichen Ueberzüge, zumal über die kleineren Dotter, dünn genug sind, um jeden Dotter mit seinem Hahnentritt durchschimmern zu lassen (m, m). Damit die reifen Dotter herauskommen, müssen die Eierstockblasen bersten, und als Vorbereitung zu dieser Berstung sieht man an den größeren Eierstockblasen eine gefäßlose, schmale Strecke sich hinziehen, die sogenannte „**Narbe**" (n, n, n). In dieser Strecke geschieht die Berstung, und der reife Dotter wälzt sich aus dem Eierstocke heraus. Die entleerte Eierstockblase hat die Form eines Bechers (o, o) und schrumpft allmählig ein, als ein Organ, dessen Verrichtung vollführt worden. — Der freigemachte reife Dotter würde in die Unterleibshöhle des Huhns fallen, wenn nicht der röhren=

1.



1. Eierstock einer Henne. (Nach **Rud. Wagner's** Icones physiologicæ Tab. II, Fig. 1.) m, m: kleine Bläschen mit ganz unreifen Dottern, an welchen auch noch das Keimlager (cicatricula) durchschimmert. — n, n, n: Narbe (stigma) der größeren Bläschen mit reiferen Dottern. — o, o: geplatzte, leere Bläschen oder sogenannte Kelche (calyces).

förmige Eileiter gerade noch zur rechten Zeit immer sein offenes Ende ihm darböte. In den Eileiter aufgenommen, wird der Dotter allmählig herabgeschraubt und unterdessen mit Eiweißschichten immer mehr bedeckt, zuletzt auch noch mit der Schalenhaut und der Kalkschale.

Halten wir nun ein Ei wagerecht uns vor, schlagen die Kalkschale oben behutsam ein, und schneiden in die dünne, zähe Schalenhaut, mitten inne zwischen beiden Polen, ein Loch, so werden wir sogleich den Dotter vor uns liegen sehen, und oben darauf den Hahnentritt.

Sie werden mich vielleicht fragen: wo ist oben, und wo ist unten an einem wagerecht gehaltenen Ei? und ich muß darauf die merkwürdige Antwort geben: oben ist am wagerechten Ei gerade da, wo es der Luft zugekehrt ist, das Ei mag gedreht werden, wie es auch will, und dort liegt der Hahnentritt. Dies kann offenbar nur dadurch geschehen, daß wenn man ein wagerecht gehaltenes Ei um seine Achse zu drehen meint, dreht man nur die Schale und die Schalenhaut, während der Dotter unverändert in seiner Lage bleibt, oder allenfalls schnell immer wieder darin zurückkehrt. Es wird dieser an und für sich merkwürdige Umstand durch eine sehr einfache Einrichtung bewirkt, nämlich eben nur dadurch, daß der Dotter leichter ist als das Eiweiß, und vom Dotter selbst der zunächst um den Hahnentritt liegende Theil der leichteste — was durch ihn selbst bewirkt wird, ist jedoch höchst bedeutungsvoll. Er bewirkt, daß gerade die Stelle des Dotters fortwährend der Lufteinwirkung ausgesetzt wird, wo sich der Keim ausbildet: das kleine Scheibchen, etwa 1‴ im Durchschnitt, das sich durch eine Reihe Formentwickelungen allmählig ins eigentliche Küchlein umwandelt, und wozu eben, wie fürs organische Leben

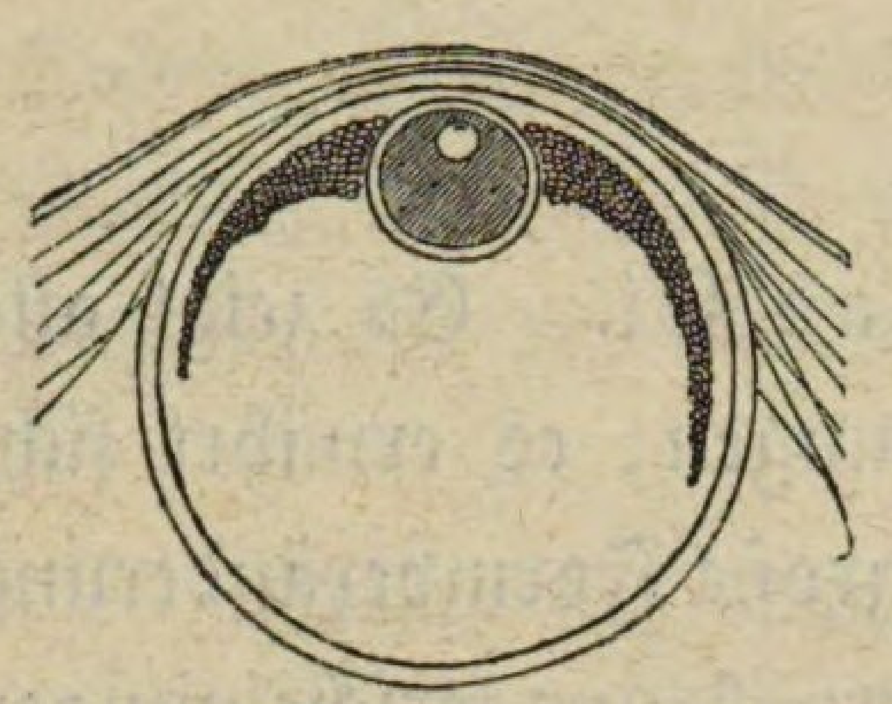
überhaupt, die Lufteinwirkung unumgänglich nothwendig ist. Die Periode des Eilebens, in der diese Umwandlung vor sich geht, heißt die Ausbrütung.

Während der Ausbrütung lebt das Ei. Es zeigt alle die das Leben characterisirenden Erscheinungen; es ernährt sich, denn die dabei stattfindende, ungeheuer große Formveränderung im Innern gehört ganz und gar den Ernährungserscheinungen an. Auch sind die äußeren Bedingungen des Eilebens die gewöhnlichen des Lebens überhaupt. Als Nahrungsstoff dient das im Eileiter dem Dotter angefügte Eiweiß, und dann auch noch der Dotter selbst. Der Zutritt der Luft ist dem Vogelei während der Ausbrütung eben so unentbehrlich als dem Vogel selbst, und so auch eine gleiche Wärme. Bis beide Bedingungen erfüllt sind, ist das Ei scheintodt. Wir wissen es Alle, wie die Henne durchs Brüten die Eier eben nur seiner eigenen Wärme theilhaft zu machen strebt, und es wird Ihnen Allen bekannt sein, daß man in älterer Zeit in Aegypten, in neuerer in Frankreich eine künstliche Brütung in eigens dazu gebauten Oefen vorgenommen. Es geschah dies im Großen zu einem rein oeconomischen Zwecke; kleiner ist der Maßstab, aber rein wissenschaftlich der Zweck gewesen in den seit etwa 40 Jahren in Deutschland angestellten Brütungsversuchen. Von einem Pander, v. Baer, Remak u. A. sind dadurch für die Lehre vom Leben Aufschlüsse gewonnen vom allergrößten Belang.

Bevor wir zu den Neubildungen im Innern des Hühnereies übergehen, erwarte ich, daß Sie erst hören möchten, in wie fern das hier vom Vogelei Ausgesprochene auch vom Ei der Säugethiere und des Menschen gültig sei, und ich darf Ihnen wohl hierüber noch Einiges zur Aufklärung mittheilen.

Im Wesentlichen verhält das Ei der Säugethiere sich

2.



wie das der Vögel; nur daß es im Eierstocke so auffallend klein ist — etwa $\frac{1}{10}'''$ im Durchschnitt — daß es im geräumigen Eierstockbläschen, erst im Jahre 1827 von dem berühmten v. Baer nachgewiesen worden.

Auch bei den Säugethieren muß die Eierstockblase und zum Theil der Eierstock selbst bersten, das ausgestoßene Ei vom Eileiter aufgefangen werden, und durch ihn herabgleiten. Ein wesentlicher Unterschied in der Geschichte des Säugethier- und des Vogeleies besteht nun aber darin, daß die Brütung des Säugethiereies im Mutterleibe selbst geschieht, und zwar in einem eigens dazu gebauten Organe, nämlich in der Gebärmutter (Uterus). Die Nahrungsstoffe des Säugethiereies werden auch vom Mutterleibe dargeboten, vor der Brütung jedoch nur in sehr geringem Maße — woher eben die auffallende Kleinheit des Eies rührt — während der Brütung selbst aber um so reichlicher und zwar aus der Gebärmutter. Auch geschieht beim Säugethierfötus das Athmen auf eine sehr abweichende Weise, nicht durch unmittelbaren Verkehr mit der freien Luft, sondern mittelbar, im Mutterkuchen (placenta) mittelst des Blutes der Mutter.

Fig. 2. Eierstockbläschen oder Graaf'scher Follikel eines Säugethiereierstockes, etwa 10 mal vergrößert. (Nach Rud. Wagner's Icones physiologicæ Tab. II. Fig. 10.) Innerhalb des geräumigen, doppelthäutigen Bläschens sieht man das Ei selbst mittelst einer Körnerschicht oben angeheftet. Im Innern ist es vom dunkleren Dotter angefüllt, enthält aber außerdem ein sehr kleines, helles Bläschen (das Purkinje'sche Bläschen genannt), das in jedem unbefruchteten Ei vorhanden ist.

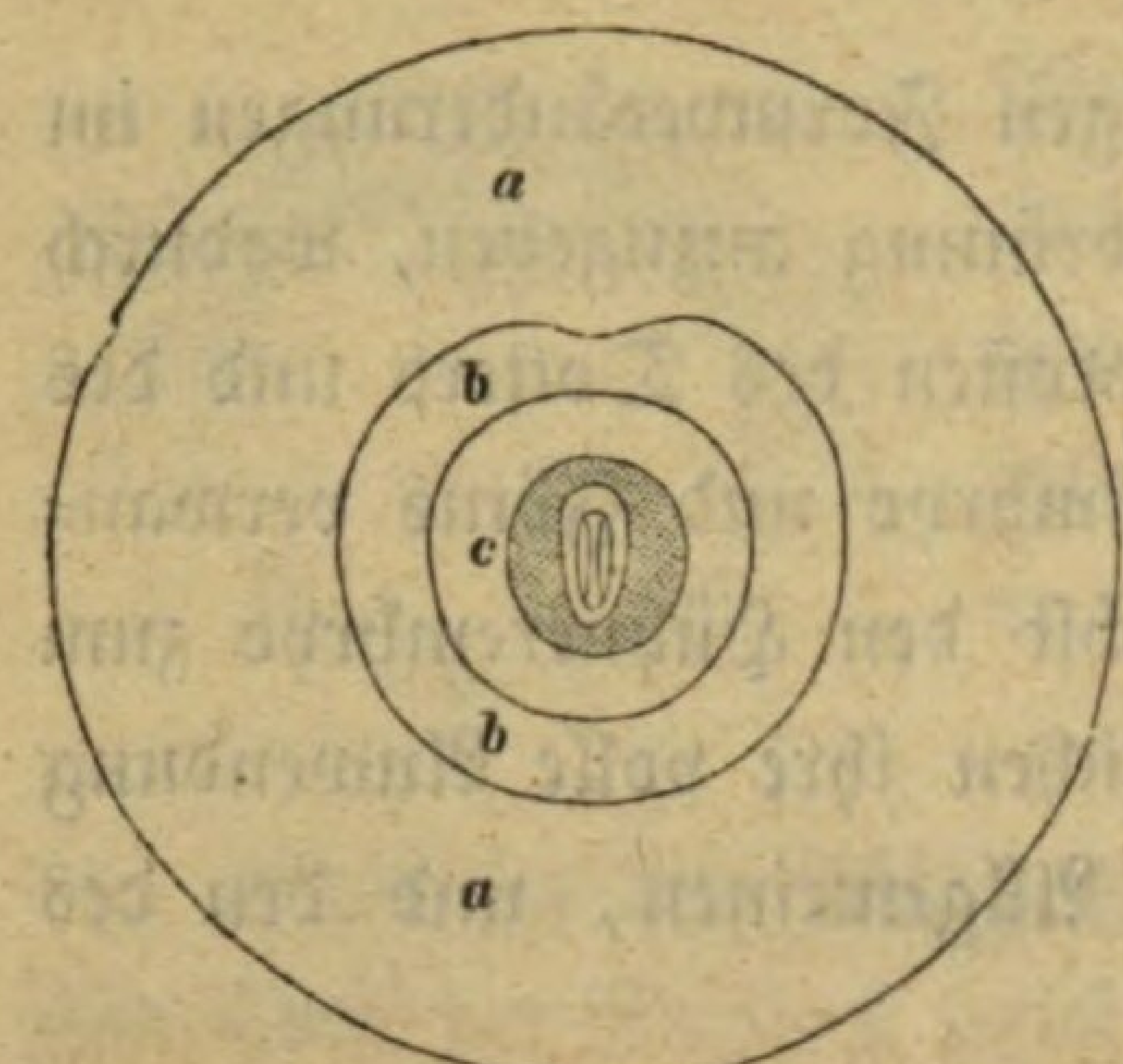
k. Bildung des Embryos.

Wir haben jetzt die großartigen Formveränderungen im Innern des Eies während der Ausbrütung anzugeben, wodurch der Keim, im steten Wachsen auf Kosten des Dotters und des Eiweiß', sich in den eigentlichen Embryo und Fötus verwandelt. Die Darstellung hat zunächst den Hühnerembryo zum Vorbilde, findet jedoch im Wesentlichen ihre volle Anwendung auch auf den der Säugethiere im Allgemeinen, und den des Menschen im Besonderen.

In den ersten Stunden der Ausbrütung dehnt sich der flache, scheibenförmige Keim durch neue Zubildung vom Dotter ein wenig nach allen Seiten aus, und sondert sich dabei in zwei Schichten. Höchst merkwürdig ist es nun, daß dadurch eine besondere Grundlage für die Organe des eigentlichen Thierlebens, und für die des Ernährungs- oder pflanzlichen Lebens im Thiere gegründet ist. Denn aus der oberen Schicht entwickelt sich allmählig das Nervensystem, die Sinnes- und die Bewegungsorgane, aus der unteren hingegen die innere oder Schleimhaut des Darmes, der Lunge, und der Drüsengänge überhaupt. Jene wird mit vollem Recht das animale, diese das vegetative, auch wohl das Schleim- oder Drüsenblatt, genannt. Sehr bald jedoch zeigt sich auch noch ein Zwischenblatt, das Gefäßblatt genannt, weil daraus das Herz, die Gefäße und das Blut entwickelt werden.

Die eigentliche Organbildung geht etwa um die 16te Stunde der Bebrütung an, und zwar — wie man dies wohl kaum erwartet haben möchte — zuerst im animalen Blatte. Die angehende Organbildung im animalen Blatte besteht darin,

3.



daß in seiner Achse oben eine Rinne entsteht, an welcher sich die Seitentheile als zwei Wülste erheben, unter jener Rinne aber ihrer ganzen Länge nach ein strangförmiges Gebilde. Jene Seitenwülste heißen die **Rückenplatten** (laminæ dorsales) — in ihnen ist das Rückenmark und das Gehirn mit sämmtlichen ihren Hüllen zu Grunde gelegt; das strangförmige Gebilde heißt die **Rückensaite** (chorda dorsalis) — sie stellt einen bei allen Vögeln und Säugethieren vergänglichen Kern der ganzen Wirbelkörperreihe dar. — Die zuerst gegründeten Organe des Wirbelthierkörpers sind somit gerade diejenigen, in denen die Wirbelthierorganisation sich am schärfsten ausspricht.

Am zweiten Brütungstage wachsen auch an der Bauchfläche des Keimes zwei flügelförmige Platten hervor: die **Bauchplatten**. Im Querdurchschnitte betrachtet, scheint der ganze Keim somit die Figur einer arabischen 8 erreichen zu wollen, von der der obere Ring jedoch viel kleiner wäre als der untere; jener wird das Gehirn und Rückenmark einzufassen haben, dieser die Organe des Ernährungslebens. Im Kreuzungspunkte der beiden Ringe liegt die Rückensaite, als ob die

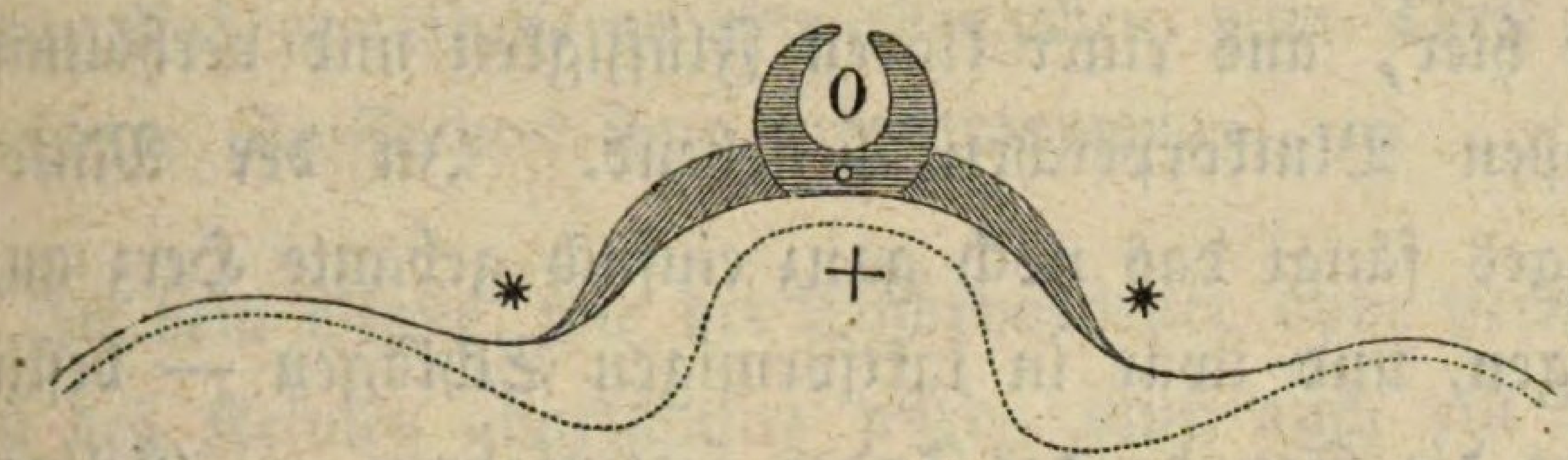
---

Fig. 3. Nach **Rud. Wagner's** Icones physiologicæ. Dotter in natürlicher Größe aus der 18ten Stunde der Bebrütung.

a—a: Dotter, b—b: hellfarbige Ringe des Dotters um den Keim, bekannt unter dem Namen Halonen; c: äußerer, vom Gefäßblatte unbedeckter Umkreis des Schleimblattes (area vitellina), den dunkleren äußeren Theil des Gefäßblattes (area vasculosa) umzäunend, so wie dieser wiederum das hellere animale Blatt umschließt, woran die beiden Rückenplatten und die zwischen ihnen liegende Mittelrinne sichtbar sind.

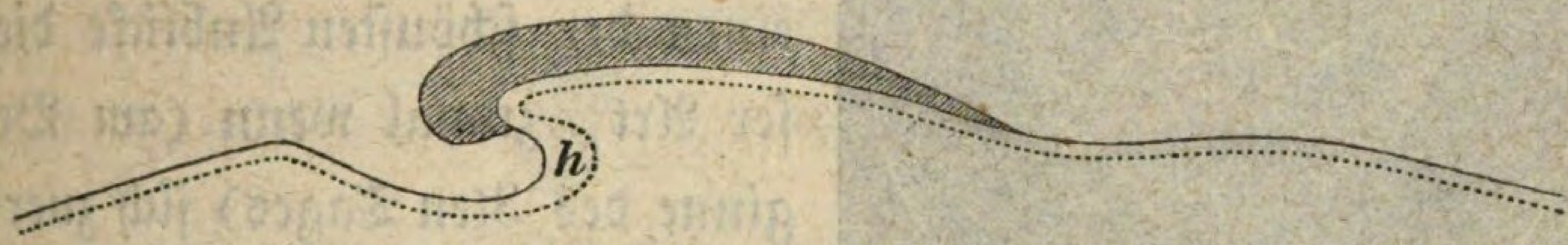
Reihe der Wirbelkörper (die stützende Achse des ganzen Wirbelthierkörpers wäre.

4.



Vom Schlusse des ersten Brütungstages ab fängt der eigentliche Embryokörper an, sich von den vergänglichen äußeren Theilen des Keimes abzuschnüren. Die eingeschnürte Strecke wird zum Nabelstrang.

5.



Unterdessen herrscht ein reges Leben in allen diesen embryonischen Gebilden. Am schärfsten fällt es in die Augen im Gefäßblatte. Das Herz läßt sich bereits am Schlusse des

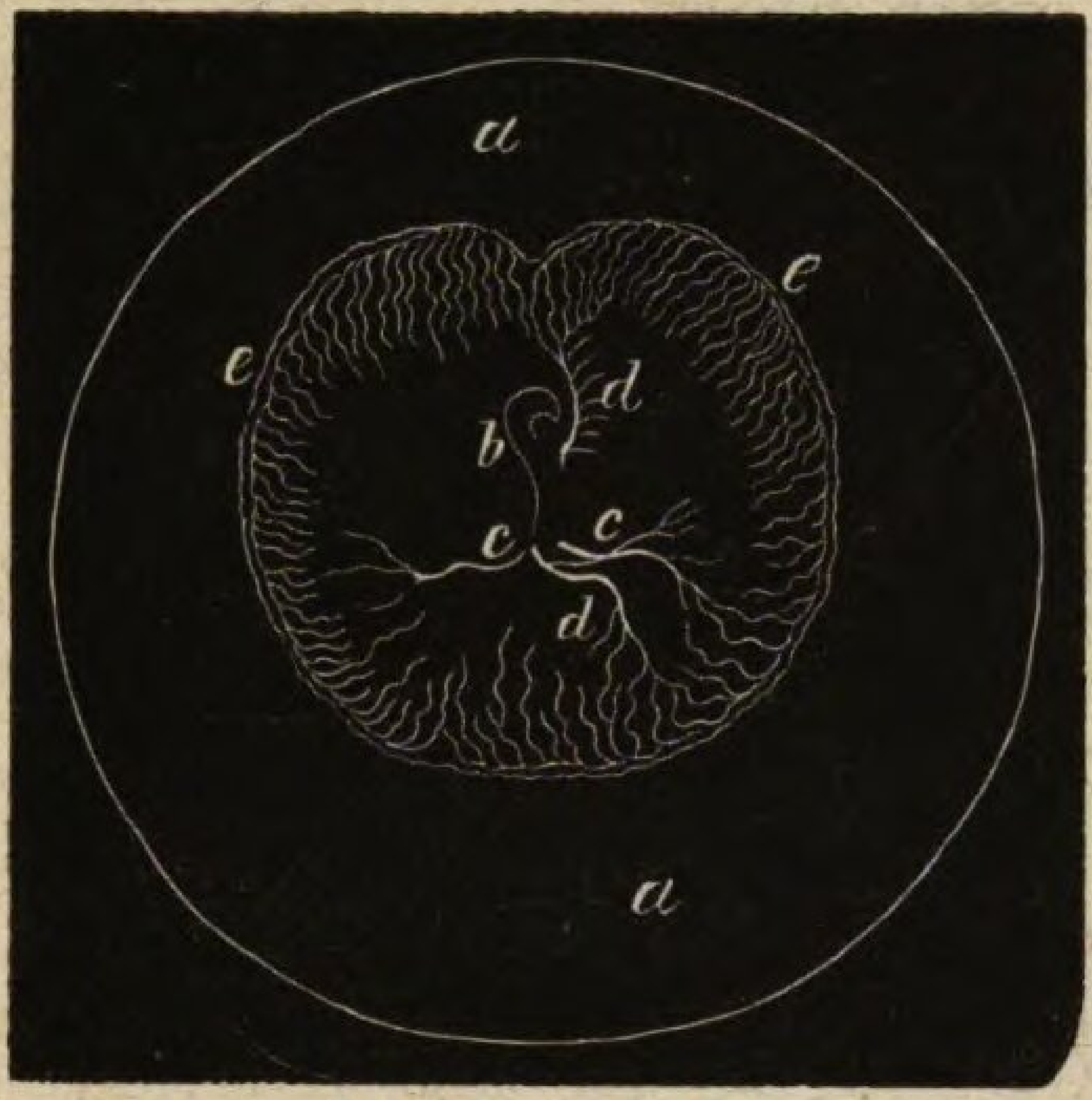
---

Fig. 4. Schematischer Querdurchschnitt des Hühnerembryos vom 2ten Brütungstage. Die schattirten Flächen stellen die Rücken- und Bauchplatten dar. An ihrer Kreuzungsstelle erkennt man die querdurchgeschnittene Rückensaite in der Form eines kleinen hellen Kreises. 0 ist die noch nicht geschlossene Höhle der Rückenplatten und somit des Centralnervensystems; + die noch sehr stark klaffende Darmhöhle, deren innere Wand ohne scharfe Begrenzung in den auswendigen Theil des (punktirten) Schleimblattes übergeht. Die Darmwände haben sich bereits zum Theil von den Bauchplatten des animalen Blattes zurückgezogen, wodurch die Bauch- (und Brust-)höhle gegeben ist. — ** zeigt die sich später bildende Höhle für das Fruchtwasser an.

Fig. 5. Schematischer Längendurchschnitt des Hühnerembryos am Schlusse des ersten Brütungstages. h: die Stelle, wo das Herz sich bildet zwischen dem (punktirten) Schleimblatte und dem Hornblatte. * die werdende Höhle für das Fruchtwasser.

ersten Tages erkennen. Man unterscheidet bald die Herzwände von dem eingeschlossenen Blute, so wie im ganzen Gefäßblatte ein Netz von Gängen ebenfalls mit Blut angefüllt, das Blut, dort wie hier, aus einer klaren Flüssigkeit und verhältnißmäßig großen Blutkörperchen bestehend. In der Mitte des 2ten Tages fängt das noch ganz einfach gebaute Herz an, sich zu bewegen, und zwar in taktförmigen Schlägen — bestimmt, so bis an die Stunde des Todes fortzufahren. — Gelingt es,

6.



den Keim in diesem Zeitraum unbeschädigt unters Mikroskop zu bringen, so hat man an dem klopfenden Herzen und dem rastlosen Kreisen der Blutkörperchen einen der schönsten Anblicke dieser Art, zumal wenn (am Beginne des 3ten Tages) sich zuerst ein wahrer Kreislauf des Blutes ausgebildet hat. Das Blut wird durch die Zusammenziehung des Herzens durch zwei Arterienstämmchen (c, c) in den peripherischen Theil des Gefäßblattes getrieben, wo es sich in ein Netz von Gefäßen verbreitet, deren äußersten Zweigchen sich in ein ringförmiges Grenzgefäß (e, e) ergießen. Aus diesem, wie auch aus dem ganzen Gefäßnetze, sammelt sich das Blut wiederum in immer größeren Venenstämmchen (d, d), um zum Herzen zurückzukehren. Während des Kreisens im pheripherischen Theile des Keimes

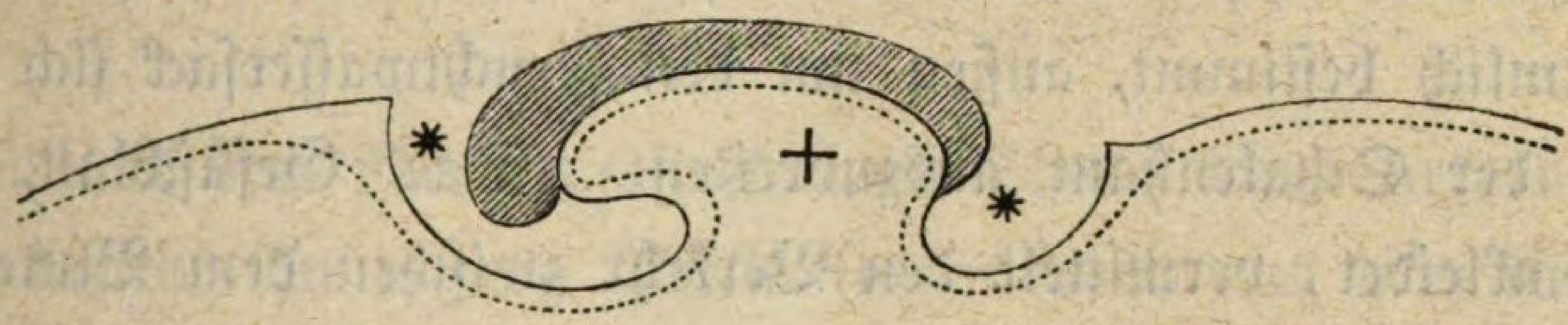
---

Fig. 6. Nach Rud. Wagner: Icones physiologicæ. Dotter in natürlicher Größe, die Ausbildung des ersten Kreislaufes am Anfang des dritten Tages zeigend. a, a: Dotter; b: Embryo; c, c: Arterien; d, d: Venen der Keimhaut, jene das Blut vom Embryo hinaus, diese es von außen zum Herzen des Embryo hinein leitend. e, e: Gefäßkreis (sinus terminalis).

bezieht es Nahrungsflüssigkeiten aus dem Dotter, und dieser bezieht sie andrerseits aus dem Eiweiß, wodurch diese allmählig schwindet. Während des Kreisens im Embryoleibe hingegen werden Nahrungsstoffe an ihn abgegeben, zum Theil auch unbrauchbare Stoffe von ihm aufgenommen.

In dem Maße, wie der Embryokörper vom peripherischen Theil des Keimes abgeschnürt wird, muß auch ein Theil des Schleimblattes mit abgeschnürt, oder in den Leib des Embryos aufgenommen werden. Dieser in den Unterleib aufgenommene Theil des Schleimblattes ist die Grundlage für den Darm mit allen dessen Erweiterungen und Drüsengängen, so wie

7.



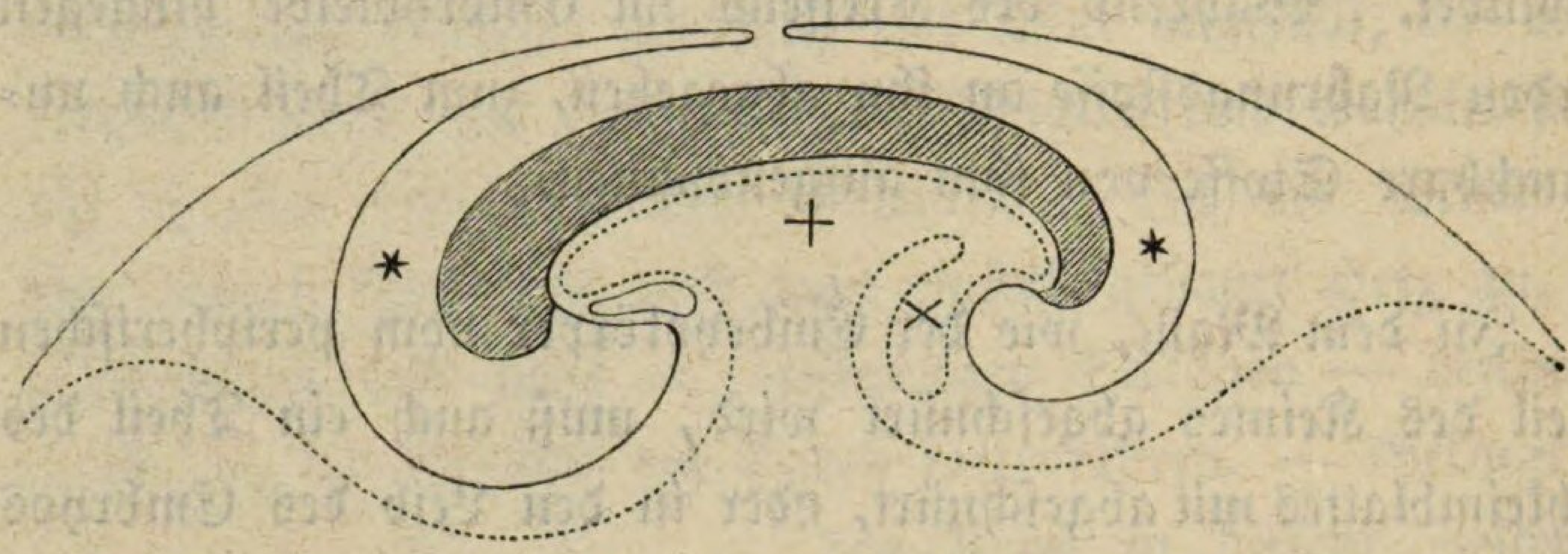
auch für die Lungen. Der viel größere außerhalb der Einschnürung bleibende Theil des Schleimblattes wächst allmählig um den ganzen Dotter und wird zum Dottersack.

Sobald der Leib des Embryos gegründet worden, geht eine neue Bildung vor sich, die dessen Schutz zum Ziele hat. Rund um ihn her erhebt sich eine sehr dünne ringförmige Falte, die allmählig den Embryo an der Rückenseite vollkommen überwächst und somit einschließt. Das innere Blatt dieser Falte ist die Blase (Amnion), die das Fruchtwasser,

Fig. 7. Längenschnitt des Hühnerembryos am Ende des 2ten Brütungstages. + bezeichnet die durch die Nabelbildung abgeschnürte Darmhöhle; ** die sich bildende Höhle des Fruchtwassers (liquor amnii).

auch Schafswasser (liquor amnii) genannt, einschließt (*),

8.



wovon der Embryo selbst bespült wird. Dann bildet sich noch ein dritter Sack (×), der Harnsack benannt (Allantois), und zwar durch eine Ausstülpung vom hinteren Theile des Darms. Mit vollem Rechte könnte er auch Athemsack heißen. Er ist nämlich bestimmt, außen um den Fruchtwassersack sich dicht unter der Schalenhaut auszubreiten. Das Gefäßblatt, das ihn umkleidet, vermittelt den Verkehr zwischen dem Blute des Embryos und der Luft von außen. Er ist somit ein wahres Athemorgan.

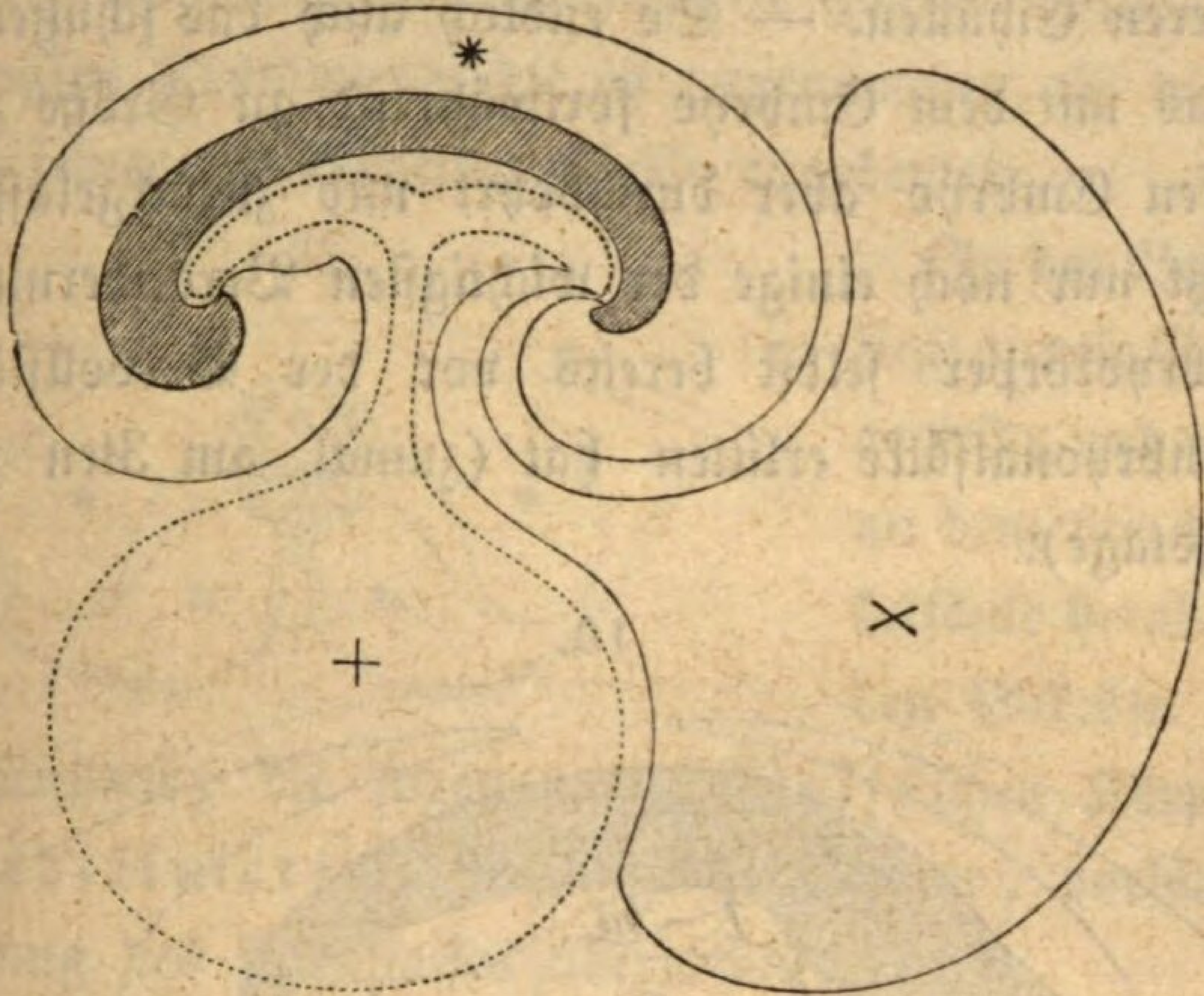
Es sind jetzt also drei sackförmige Gebilde im Ei vorhanden. In dem einen (Amnion) liegt der Embryo selbst eingeschlossen; die beiden andern liegen außen vor, treten aber durch den Nabelstrang mit dem Embryo in Verbindung. Wie ähnlich sich diese drei Säcke auch sehen mögen, so sind sie doch hinsichtlich ihrer Verrichtung wie ihres Ursprunges und fer-

---

Fig. 8. Schematischer Längenschnitt des Hühnerembryos und seiner Hüllen am Schlusse des 3ten Tages der Bebrütung. ** die Höhle des Amnion (an den vorhergehenden Figuren ebenso bezeichnet), oben noch nicht vollständig geschlossen. + die Darmhöhle, durch die eingeschnürte Stelle des Schleimblattes (den Dotterdarmgang) mit dem Dottersack in offener Verbindung; × der Harnsack oder die Allantois.

neren Schicksals von einander sehr verschieden. Der Dotter=

9.



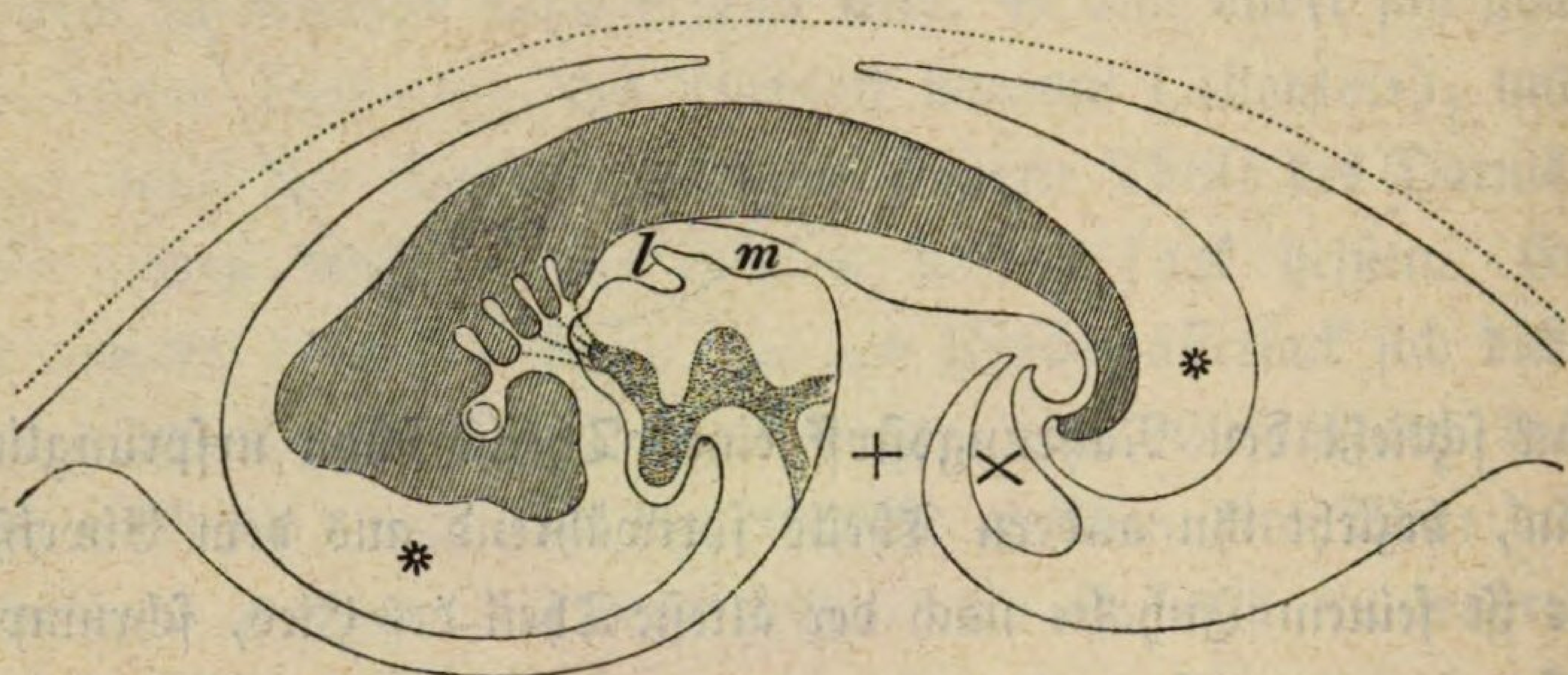
sack schließt den Nahrungsstoff eines Theils schon ursprünglich ein, bezieht ihn andern Theils fortwährend aus dem Eiweiß; er ist seinem Inhalte nach der älteste Theil des Eies, schrumpft aber immer mehr und mehr ein, und wird bei der Geburt des Küchleins in dessen Unterleib aufgenommen. (So beim Vogel; bei manchen Fischen bleibt er nach der Geburt noch an dem Nabel hangen bis zum völligen Verschwinden; bei den Säu=gethieren verschwindet er schon früh im Embryoleben). — Der Harnsack vermittelt die Ausscheidung im Ernährungsleben des Embryos. Seine Wände sind die Träger des überflüssigen Kohlenstoffes, indem sie den Umtausch der Kohlensäure gegen sauerstoffhaltige Luft zu Stande bringen, und seine Höhle ist die Auswurfskammer für den Harn. Verhältnißmäßig spät entstanden durch eine Ausstülpung vom Darm, ist seine Auf=gabe im Dienste des Organismus im Momente der Geburt

Fig 9. Schematischer Längendurchschnitt des Hühnerembryos und seiner Hüllen am 7ten Tage der Brütung. * Amnion; + Dottersack; × Allantois

vorüber. Alsdann schließt sich der Verbindungsgang zwischen ihm und dem Embryokörper, und er wird abgeworfen mit den äußeren Eihüllen. — So endlich auch das schützende Amnion, das mit dem Embryo fortwährend an Größe zunimmt, vom reifen Embryo aber durchbohrt und zurückgelassen wird.

Jetzt nur noch einige der wichtigsten Veränderungen, die der Embryokörper selbst bereits vor der Vervollständigung jener Embryonalsäcke erlitten hat (zumal am 3ten und 4ten Brütungstage).

10.

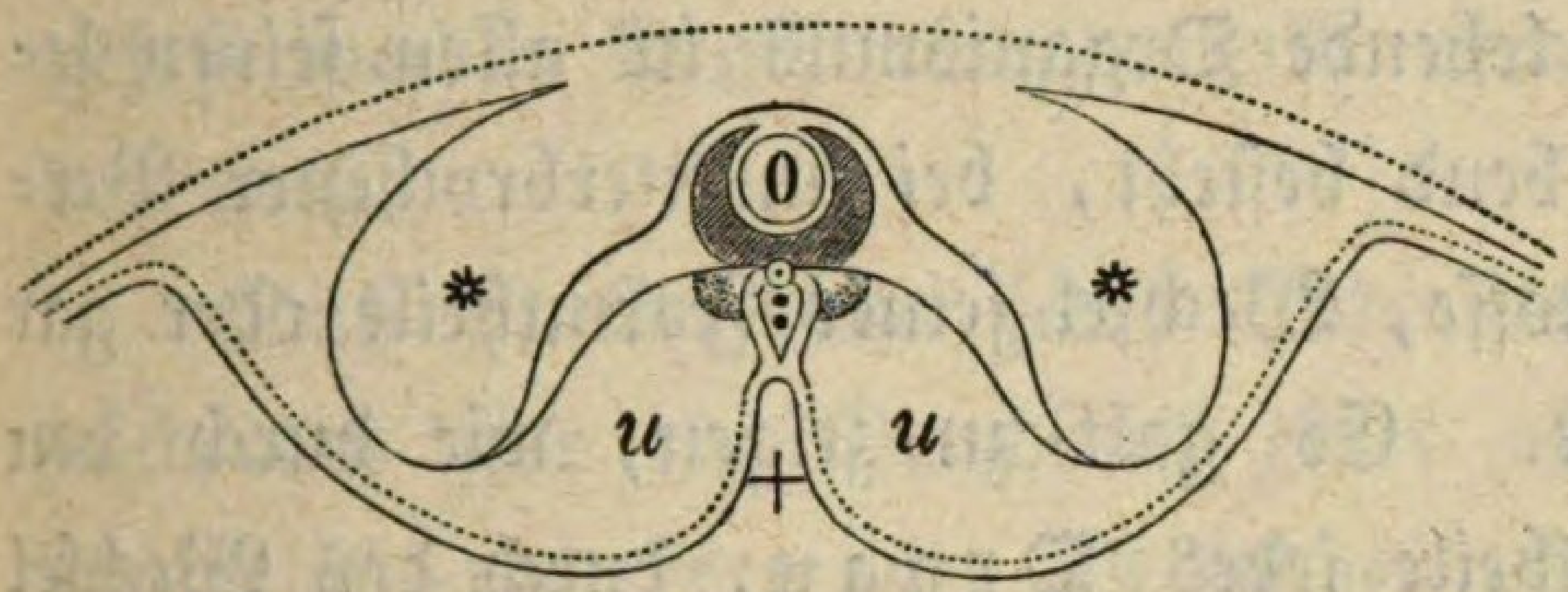


Durch die immer noch überwiegende Entwickelung des Centralnervensystems, zumal des Gehirns, erscheint der ganze Körper, vor allem aber der Kopf, ungemein stark gekrümmt; das Auge ist bereits sehr groß, wenngleich noch unvollkommen im inneren Baue. Im Darmrohr ist vorn die Mundöffnung gebildet worden, an jeder Seite dicht hinter dem Kopfe 3—4 Kiemenspalten, welche bei den höheren Wirbelthieren frühzeitig verschwinden, bei einigen Froschthieren und bei den Fischen aber zeitlebens bleiben. Zur Lunge ist die erste Anlage gegeben in der Form eines einfachen Blindsacks (l), zum Magen in der Form einer einfachen Erweiterung (m). Das Herz

Fig. 10. Nach R. Wagner's Icones physiologicæ. Idealer Durchschnitt eines Embryos, ungefähr vom Ende des dritten Tages. * Amnion; × Allantois; + Darm-Dottergang; l: Lunge; m: Magen-Anschwellung.

ist noch nicht in die zwei späteren Seitenhälften getrennt; das Blut kreist noch wie anfangs in einem einfachen Strome durch die in drei Abtheilungen eingeschnürte Höhle. Nur eben in einer gewissen Krümmung, die es angenommen, ist die spätere Ordnung seiner verschiedenen Theile angedeutet.

11.



In der Bauchhöhle liegt nur ein Paar Eingeweide, und zwar dicht an dem von der Wirbelsäule herabhangenden Gekröse. Es ist ein Drüsenpaar, die sogenannten Wolff'schen Körper oder Præmordialnieren, vergängliche Organe, vorläufig die Ausscheidung des Harnstoffes übernehmend.

l. Schluß.

Um nun diese Uebersicht von der Entwickelungsgeschichte des Küchleins im Ei zu vollführen, würde ich noch darzustellen haben, wie im animalen Blatte die Flügel und die Beine allmählig hervorwachsen; wie nicht nur das Auge, sondern auch noch das Ohr und die Nase ausgebildet werden; wie im Gefäßblatte der Blutumlauf sich in mehren Richtungen ändert; wie darin außer den Præmordialnieren noch andere Drüsengebilde sich entwickeln, und Drüsengänge vom Schleimblatte aus in sie hineindringen; wie im Schleimblatte auch noch das Darmrohr an und für sich, und die Lungen eine Reihe Formveränderungen durchgehen, wie überhaupt sämmtliche Organe

Fig. 11. (Nach R. Wagner's Ic. phys.) Idealer Querdurchschnitt eines Embryos, ungefähr vom Ende des 3ten Tages. u, u: Unterleibshöhle; + Darmdottergang; über diesem das hohle Gekröse, das über sich die Rückensaite, an beiden Seiten die Prämordialnieren liegen hat. Uebrigens wie Fig. 4.

eins nach dem anderen entstehen und allmählig ihre späteren Formen, ihren späteren inneren Bau erhalten. Was aber mitgetheilt worden wird genügen zur Lösung der Aufgabe, die ich mir in diesem Vortrage gestellt. **Der Character des organischen Lebens** sollte Ihnen gedeutet und erklärt werden. Er wurde in die Ernährung gesetzt, in die eigenthümliche Art und Weise, wie der lebende Organismus in allen seinen lebenden Theilen als lebend besteht, bei ununterbrochener Veränderlichkeit seiner Stoffe, Wechsel seiner Formtheile oder gar seiner ganzen Organe. Es galt zu zeigen, wie durch den Wechsel seiner Formtheile jedes Organ, durch den Wechsel der Organe jeder Organismus seinen Bestand habe. Ein Wechsel der ganzen Organe findet aber bei den höheren Thieren vorzugsweise in den frühesten Perioden Statt. Von dem Embryoleben mußten die wichtigsten Belege geholt werden für den Hauptsatz, daß auch Organe kommen und Organe schwinden, während nur der Organismus besteht. Wir haben an der Rückensaite und den Præmordialnieren Organe kennen gelernt, die interimistisch für ähnliche aber vollkommnere Organe dienend, diesen allmählig den Platz wie den Dienst überlassen. Hingegen haben wir an dem vorläufig für die Lungen dienenden Athemsack ein Organ gesehen, das bei der Dienstannahme des ganz anders gelegenen und gebauten Stellvertreters plötzlich abgeworfen wird, — auch das schützende Amnion, hörten wir, werde plötzlich abgeworfen, so wie der Embryo desgleichen Schutzes nicht mehr bedarf. Hätte ich die Darstellung der Entwickelung des Vogelfötus vollendet, würde ich eines Organs zu erwähnen gehabt haben, dessen Dienstleistung auf einen Augenblick beschränkt ist. Ich meine einen kleinen harten Theil vorn auf dem Schnabel, womit das zum Heraustreten reife Küchlein die Eischale durchbrechen kann, und wovon — nachdem dies geschehen — bald keine Spur

mehr übrig ist. Sollte es wohl nun noch nöthig sein, mehre Thatsachen anzugeben, um Ihnen die Ueberzeugung zu verschaffen, daß das Dasein jedes Thieres wie jeder Pflanze eine Lebens-**Geschichte** ist, worin die einzelnen Thatsachen nicht an und für sich, jede derselben nur in ihrer geschichtlichen Verbindung mit allen übrigen genügend aufgefaßt werden kann, und deshalb eben nur aufgefaßt werden muß.

Daß die Geschichte jedes Individuums, jeder Generation wiederum nur ein Bruchstück einer allgemeineren Lebensgeschichte ist, und eben nur als solches vollständig aufgefaßt werden darf, ist eine Ansicht, deren Entwickelung ich mir für einen folgenden (den dritten) Vortrag vorbehalten muß.

II. Physikalische Deutung der Lebenserscheinungen.

a. Rückblick; b. Schutzgeist des Organismus; c. Eigene Lebenskräfte; d. Deutung der physischen Lebenserscheinungen; e. Thierische Wärme; f. Einsaugungsvermögen; g. Blutumlauf, Lichtbrechung, Muskel- und Nerventhätigkeit; h. Deutung der chemischen Lebenserscheinungen; i. Deutung der organischen Formbildung; k. Das Lebensprincip verworfen.

---

a. Rückblick.

Der erste Vortrag hatte zum Zweck, den Character des Lebens ausfindig zu machen. Wir fanden ihn in der Ernährung, das heißt, in der eigenthümlichen Art und Weise, wodurch Thiere und Pflanzen ihr Dasein behaupten. Sie bestehen, und können nur bestehen, bei einem ununterbrochenen Wechsel ihrer Stoffe und Formtheile, und um den Stoffwechsel zu unterhalten, müssen sie fortwährend im Verkehr mit der Außenwelt stehen, von wässeriger Feuchtigkeit durchdrungen sein, und auch noch eine gewisse Temperatur beibehalten. Im Wechselverkehr mit der Außenwelt hat der Organismus, dem Gewichte nach, lange einen entschiedenen, später einen nur sehr geringen oder gar keinen Gewinn, zuletzt sogar einen kenntlichen Verlust.

Dasselbe wiederholt sich in den einzelnen Organen des Organismus. Auch jedes Organ für sich wächst und bildet sich eine Zeit lang immer mehr und mehr aus, bleibt dann anscheinend unverändert, obgleich in der That der Wechsel seiner Stoffe und Formtheile immer noch fortwährt; zuletzt ist es

in einer unverkennbaren Abnahme. Jedes Organ hat somit seine eigene Lebensgeschichte, die in keinem Falle durchgehends mit der des ganzen Organismus zusammenfällt; denn die Organe treten alle eins nach dem andern auf, die zuerst aufgetretenen haben bereits schon ausgelebt vor oder während der Geburt, und von den nicht vergänglichen Organen befinden sich manche in ihrer kräftigsten Thätigkeit, während noch der ganze Organismus jung und zart ist.

Die Thatsachen, worauf diese allgemeinen Sätze fußen, sind im vorigen Vortrage näher beschrieben worden — eine andere, viel schwerere Aufgabe steht jetzt zu lösen bevor. Wie soll man sich diese Reihe von auffallenden Erscheinungen erklären? Muß man dazu nicht ganz eigene physische, chemische und bildende Lebenskräfte annehmen, und über sie alle wiederum ein erhabenes Princip, das eigentliche Princip des Lebens? „Ganz gewiß"! werden wir von Anfang an vielleicht Alle hierauf geantwortet haben. Denn so wie wir nur einmal ein Thier hatten sterben sehen, war auch die Frage mehr oder weniger deutlich bei uns entstanden: „was ist wohl in diesem Augenblicke geschehen?" und wir konnten uns der Vorstellung nicht erwehren, es müsse dann ganz plötzlich etwas vom Körper geschieden sein, wodurch eben nur das Thier ein Thier, die Pflanze eine Pflanze gewesen, Etwas, nach dessen Scheiden der Körper trotz seines noch erhaltenen organischen Baues fortan nur einer Masse von Stoffen gleichkommt. Als eine schützende Macht, scheint es uns, müsse dies Etwas dem Körper gedient haben, um die jetzt überhandnehmende Verwesung bis dahin abzuwehren.

b. Schutzgeist des Organismus.

Die Ansichten, die sich uns zuerst darbieten, waren ganz gewöhnlich eben die der älteren Naturforscher. Man hat es

in der That sich früher gedacht, die lebenden Körper seien mit Kräften ganz eigenthümlicher Art versehen, in stetem Kampfe mit den allgemeinen Naturkräften. Daß diese darauf ausgingen, die organischen Körper zu zerstören, war ja am Leichname ganz unverkennbar; eigene Gegenkräfte müßten folglich in den lebenden Thier- und Pflanzenkörpern vorauszusetzen sein, um sich diesem zerstörenden Einflusse entgegen zu stemmen. Der Kampf fiele im Augenblick des Sterbens zum Nachtheile der Lebenskräfte aus; die allgemeinen Naturkräfte hätten gesiegt und den Körper in ihre Gewalt bekommen. Sämmtliche Lebenserscheinungen müßten ferner nur als die einzelnen Ausdrücke eines herrschenden Princips betrachtet werden, alle verschiedene Lebenskräfte nur als Ausdrücke einer ihnen allen zu Grunde liegenden Lebenskraft. In wie mannichfaltigen Erscheinungen sich dies Princip zu erkennen giebt, immer schien es doch in der Form einer den Organismus in jeder Beziehung schützenden Gewalt zu sein. So entwickelte sich die Ansicht, daß jedem Organismus ein Schutzgeist, Archæus, beigegeben, und — gestehen wir es nur — es würde nicht schwer halten, diese Ansicht auf unserer Darstellung im vorigen Vortrage zu begründen. — Wenn beim Austritt des Eies aus dem Eierstocke der Eileiter alsbald an der Hand ist, um es aufzufangen; wenn es beim Durchgange durch diese leitende Röhre gerade von so vielem Eiweiß überzogen wird, als vonnöthen, um zugleich mit dem Dotter das Küchlein im Ei zur Reife zu bringen; wenn der Keim so gestellt wird, daß er der nothwendigen Lufteinwirkung in jeder Lage des Eies ausgesetzt werden muß; wenn bei der Entwickelung des Embryos sich nach und nach die Organe gerade so ausbilden, daß sie zur Zeit, wo ihre Verrichtung in Anspruch genommen wird, auch schon auftreten können, u. s. w., u. s. w. — wem kann es entgehen, daß hier die

ganze Reihe Vorgänge sich uns wie von einem Schutzgeiste geleitet darstellen? — In der That, um alle Belege für diese Ansicht zu nennen, würden wir die vollständige Reihe sämmtlicher Lebenserscheinungen herzählen müssen!

Allein — das Ganze läßt sich auch von einer andern Seite betrachten. Man kann das eben Angeführte durchaus einräumen, dann aber fragen: „und warum beim Organismus selbst stehen bleiben? Sollte der Schutzgeist jedes Organismus nicht auch außerhalb desselben nachzuweisen sein? Bietet doch auch die mütterliche Erde dem Pflanzensamen gerade die Stoffe und den Schutz dar, woran es ihm gebricht; wechselt doch Regen mit Sonnenschein, Tag mit Nacht, Sommer mit Winter überall im Verhältniß zum Bedarf der ganzen Pflanzenwelt; ist doch Luft und Wasser und die gesammte Natur gerade so eingerichtet, daß jedes Thier und jede Pflanze nicht weniger als der Mensch seinen Archæus überall wiederfinden kann. Die einzelnen Lebenserscheinungen eines Organismus jede für sich zu beachten, ohne das in ihnen allen sich darthuende Princip aufzufassen, wäre allerdings das Wesentliche des Ganzen zu verkennen; in jedem einzelnen Thiere aber, in jeder Pflanze einen eigenen Schutzgeist voraussetzen, von welchen Schutzgeistern in jedem Augenblicke Billionen vergehen und Billionen neu entstehen müßten, wäre gewiß nicht weniger, über die Einzelheiten der Organismen das Große und Wesentliche des Weltalls aus den Augen zu verlieren.

c. Eigene Lebenskräfte.

Die Schutzgeister wurden aufgegeben — nicht aber die Lebenskräfte. Diese gänzlich zu verwerfen, mußte dem jetzigen Standpunkte der Naturwissenschaften vorbehalten sein.

Zuvörderst die Bemerkung, daß man immer sehr gut gewußt, der lebende Körper könne sich den allgemeinen Naturge-

setzen nicht gänzlich entziehen. Es ist offenbar, daß unser Körper, um nicht zu fallen, gehörig im Schwerpunkte unterstützt sein muß; daß er von einem spitzigen Körper durchbohrt, von einem gewaltsam drückenden zerquetscht werden kann; daß ihn die kalte Luft kalt, die heiße heiß macht. „Allein", bemerkte man hierzu gewöhnlich, „wir wissen doch auch, daß sich der lebende Körper in allen dergleichen Verhältnissen ganz anders zeigt als der todte. Zwar muß unser Körper, um nicht zu fallen, gehörig im Schwerpunkte unterstützt sein — wie ganz von selbst nimmt er aber auch bei jeder Gelegenheit die dazu nöthigen Stellungen an. Der lebende Körper fällt nur bei ganz außergewöhnlichen Umständen, während der Leichnam kaum aufrecht zu halten ist. — Wunden und Quetschungen können wir allerdings erhalten — wie verschieden aber ist dann das Verhältniß der lebenden Theile von dem der todten! So wie die erste Blutung vorüber ist, tritt eine Reihe von Erscheinungen ein, die immer offenbar eine Heilung bezwecken, und gewöhnlich sie auch erreichen. — Die kalte Luft kann uns kalt, die heiße heiß machen — jedoch behält unser Körper in der Kälte wie in der Hitze, wenn von den äußersten Graden abgesehen wird, durchgehends denselben Wärmegrad zwischen 29—30° R. — Allen dergleichen allgemein bekannten Erfahrungen zufolge muß es doch immer noch nothwendig erscheinen, eigene *physische Lebenskräfte* vorauszusetzen. Nicht weniger nothwendig zeigt sich die Annahme eigener *chemischer* Kräfte in den lebenden Körpern, zumal in den Pflanzen, denen ja die Bildung sämmtlicher organischer Stoffe aus allgemein verbreiteten Grundstoffen ausschließlich zukommt. Wir haben auch gesehen, wie durchaus verschieden die Thier- und Pflanzenkörper sich vor und nach dem Augenblicke des Sterbens zu der gemeinsamen Einwirkung von Wärme, Luft und Wasser verhalten — der Chemismus des Lebens ist ja offenbar ein ganz anderer als

der der todten Stoffe; und betrachten wir endlich den organischen Bau selbst, die ganze Mannichfaltigkeit von Gebilden in den Organismen überhaupt, welche ja durchgängig bloß Erzeugnisse des Lebens sind — wer wollte da an einer bildenden Kraft derselben zweifeln?"

Man hat jedoch alle diese vermeintlichen Lebenskräfte bezweifelt und geleugnet. Man hat es versucht, sämmtliche Lebenserscheinungen nach den allgemein geltenden Naturgesetzen sich zu deuten und zu erklären. Die Versuche sind auch zum Theil über alle Erwartung gelungen, gelingen immer mehr, je weiter sich die Naturwissenschaften in allen Richtungen ausbilden. Großartige Entdeckungen in der Physik, Chemie und Mikroskopie folgen seit etwa 25 Jahren Schlag auf Schlag; die vermeintlichen Lebenskräfte sind darunter zu Grunde gegangen; das Lebensprincip selbst scheint in seinem Innersten erschüttert. — Die genauere Darstellung hiervon ist die Aufgabe dieses Vortrages.

d. Deutung der physischen Lebenserscheinungen.

Prüfen wir zuerst die vermeintlichen physischen Lebenskräfte. Es giebt gewisse physische Eigenschaften, die den organischen Theilen mehr oder weniger characteristisch sind, wie namentlich die Weichheit, die Geneigtheit, Wasser einzusaugen, ferner eine gewisse Spannkraft und Zähigkeit. Dergleichen physische Eigenschaften spielen eine sehr wichtige Rolle in fast allen Lebenserscheinungen, beruhen jedoch, wie man mit unbefangenen Augen sogleich sehen muß, nur auf dem Stoffe, der Form und dem Gewebe. Ein Hauptfehler in der Lehre vom Archäus war eben der, daß dergleichen Eigenschaften diesem, nicht dem Körperlichen beigelegt wurden, da sie doch nicht mit der Lebensfähigkeit verschwinden, sondern vielmehr sich so lange noch erhalten lassen, wie eben das Körperliche selbst seine chemi-

sche Mischung und seinen feineren Bau bewahrt. Dadurch finden eben die organischen Körper eine so reichliche Anwendung beim technischen Gebrauche. — Die Weichheit und Nachgiebigkeit der organischen Körper rührt hauptsächlich von ihrem Wassergehalte her, wie denn sogar das Eiweiß und der Leim z. B., nachdem ihnen sämmtliches Wasser ausgezogen, hart und spröde werden können wie Glas. Die Zähigkeit und Stärke mehrer organischen Körper rührt hingegen von ihrem feineren Baue her. Weiß man erst, daß ein Seil im Verhältniß zu seiner Dicke um so zäher und stärker ist, aus je mehr Fäden er gesponnen, und je genauer diese sich an einander fügen, so kann es auch nicht wundern, wenn ein Faden von roher Seide ein eben so großes Gewicht zu tragen vermag, als ein eiserner Draht, der eben so dick, aber 2 oder 3 mal schwerer ist; denn der feinste seidene Faden besteht wiederum aus 8 mikroskopischen Fädchen mit einer für die Kunst unerreichbaren Genauigkeit an einander gereiht. Weiß man ferner, daß ein Bündel feiner gläserner Drähte um viele mal fester und elastischer ist, als eine eben so dicke gläserne Stange, so wird auch die Stärke und die Elasticität eines thierischen Faserbündels erklärlich, denn ein solcher ist aus unzähligen mikroskopischen Fäserchen zusammengewirkt.

Gehen wir nun aber zur Betrachtung derjenigen physischen Erscheinungen über, die allerdings mit dem Leben erlöschen, und folglich auch gewissermaßen dem Leben angehören.

c. Thierische Wärme.

Es wurde eben der auffallenden Erscheinung bei den Säugethieren und Vögeln Erwähnung gethan, daß sie bei sehr großer Verschiedenheit der äußeren Temperatur ungefähr gleich warm bleiben. In der Polarkälte, wo das Quecksilber gefriert, wie auch in der größ=

ten Tropenhitze vermag der menschliche Körper seine gleichmäßige Wärme von 29—30° R. beizubehalten. Dies scheint mit den allgemeinen Gesetzen der Wärmeverbreitung durchaus im Widerspruch zu stehen. Betrachten wir aber die Verhältnisse etwas genauer — so möchte vielleicht der Widerspruch sich eben nur als anscheinend erweisen.

Die Quelle der thierischen Wärme liegt im Chemismus des Athmens. Ein großer Satz in der Lehre vom Leben! Sie werden in ihm vielleicht nicht eben etwas Auffallendes finden — dann aber doch wohl nur, weil er Ihnen nicht mehr ganz neu ist, weil Sie jedenfalls schon wissen, daß der Chemismus des Athmens hauptsächlich darin besteht, den Sauerstoff aus der Luft mit dem Kohlenstoffe des Körpers zu verbinden, und die so gebildete Kohlensäure aus den Lungen herauszustoßen, und weil Sie zugleich auch schon wissen werden, daß jede Verbindung des Sauerstoffes mit einem andern Stoffe eben eine „Oxydation" oder Verbrennung ist, wobei ja durchgängig eine Wärmeentwickelung stattfindet. Merkwürdigerweise ist dieser chemische Prozeß des Athmens durchgängig von einem physischen Prozeß begleitet, der fast immer eine entgegengesetzte Wirkung zur Folge hat. Die eingeathmete Luft nämlich ist in der Regel viel kälter als unser Körper, zumal im Innern der Lungen; wenn sie wieder ausgeathmet wird, hat sie ungefähr dieselbe hohe Temperatur erhalten. Den dadurch nothwendig entstehenden Wärmeverlust wissen wir in der großen Hitze instinctmäßig zu benutzen. Wir athmen schnell und tief, wobei nicht der chemische Prozeß des Athmens, sondern eben nur der Umtausch einer wärmeren Luft gegen eine weniger warme, schneller und stärker wird.

Die stärkere oder schwächere Kohlensäurebildung und die dabei stattfindende Wärmeentwickelung richtet sich also nicht nach dem schnelleren oder langsameren Athemholen; sie steht

nur im Verhältniß zum entgegengesetzten Vorgange, das heißt, zur stärkeren oder geringeren Menge des zu entleerenden Kohlenstoffes im Innern des Organismus, und die Erfahrung lehrt, daß diese wiederum im graden Verhältniß zur Thätigkeit der Organe steht. Je mehr besonders die Muskeln in Thätigkeit sind, desto mehr Kohlenstoff ist zu entleeren, desto mehr Sauerstoff folglich aus der Luft zu beziehen, und mit der vermehrten Kohlensäurebildung steigt auch die Wärme in demselben Verhältniß. Kein Wunder also, wenn wir auf der einen Seite beim Stillsitzen in einer 10° warmen Stube es vor Kälte kaum aushalten, auf der andern hingegen uns während eines raschen Ganges in der freien Luft bei 6—8° R. unter dem Gefrierpunkte ganz warm fühlen, zumal wenn wir uns durch warme und dicke Kleider gegen den Verlust unserer Körperwärme einigermaßen geschützt, und außerdem durch ein gutes kräftiges Essen gestärkt haben.

Es schien das Vermögen des Menschen, der Säugethiere und Vögel, die Körperwärme gleichmäßig zu erhalten, als eine auffallende physische Lebenserscheinung dazustehen. Daß es jedoch keineswegs ein unbedingtes Vermögen sei; daß wir uns vielmehr immer die Gleichmäßigkeit der Körperwärme nur durch entsprechende Maßregeln bewahren können, liegt schon in den obigen Angaben ausgesprochen, und wir wollen nun das Verhältniß noch etwas genauer betrachten. — Wie man sich in sehr starker Kälte zu verhalten hat, können wir am Sichersten von den Polarreisenden lernen. „Wenn ich mich einer strengen Kälte auszusetzen habe", sagt der berühmte Wallfischfänger W. Scoresby aus Wigby im nördlichen England, „so suche ich vorher meinen Körper gut aufgewärmt zu erhalten, indem ich finde, daß je wärmer ich bin, desto länger kann ich mich der Kälte aussetzen, ohne davon belästigt zu werden". Er suchte demnach seine Kajyte recht warm zu

halten, und trank reichlich warmen Thee oder warme Fleischsuppe. Was die Speisen anbetrifft, so würde man aus einer sehr verbreiteten und geschätzten chemischen Theorie leicht entnehmen können, daß Fett und Meelspeisen vorzüglich geeignet seien, eine reichliche Kohlensäurebildnng und Wärmeentwickelung zu unterhalten. Diese Ansicht mag ihren besonderen Werth haben; die Praxis ist ihr aber ganz entgegen. Die Polareinwohner, nicht weniger als die Polarreisenden, verlangen weder Fett- noch Meelspeisen, aber Fleisch — alles Uebrige könnten sie vielleicht entbehren, nur nicht Fleisch. Die bekannte Angabe, daß die Grönländer gern Thran trinken, muß von Jemand herrühren, der mit dem Polarleben ganz unbekannt gewesen. Sie bedienen sich des frischen Fettes der Seehunde und Wallthiere allerdings so, wie wir uns der Butter und des Oeles bei der Zubereitung der Speisen, mögen jedoch Fett im Ganzen weniger, als die Europäer. Wenn den Polarvölkern dennoch eine große Menge Fett vonnöthen, ja unentbehrlich ist, so läßt sich dafür ein ganz anderer und zwar sehr triftiger Grund angeben. Mittelst des Fettes nämlich soll in den Polarländern jede Familie den größten Theil des Jahres hindurch ihre Lampenflamme unterhalten — jene kleine Flamme, die ihr nun einmal der Heerd geworden um die Speisen zu bereiten, der Kamin um die strenge Polarkälte zu mildern, die Leuchte um die lange Polarnacht zu erhellen. Wahrlich für sie eine wichtige kleine Flamme!

Nicht also aus Fett und Meelstoff — aus Fleisch vor Allem müssen die Speisen bestehen, wenn es darauf ankommt, die Wärmeentwickelung zu fördern. Dazu warme kräftige Getränke — nur ja nicht Branntwein in größeren Gaben, überhaupt nichts, was betäubt und das Nerven- und Muskelsystem herabstimmt! Kommt dazu noch gar reichliche Bewegung, gute warme Kleidung, ein trauliches Stübchen, um sich dann

und wann aufzuwärmen, zumal ein nicht gar zu kalter Schlafraum oder allenfalls ein grönländischer Schlafsack, aus einem umgestülpten Bärenfelle gemacht, worin man bis über die Ohren hineinkriechen kann; dann, aber auch dann nur, läßt sich die natürliche Wärme des Körpers (29—30° R.) bei etwa ÷30°, oder drunter, auf kurze Zeit aufrecht erhalten — das kann aber durchaus nicht eine Unabhängigkeit von der äußeren Temperatur genannt werden.

Von nicht geringerer Wichtigkeit sind die Maßregeln, die man in der starken Hitze zu beachten hat, um die Wärmeentwickelung zu schwächen und den Körper abzukühlen. Ja nur keine körperliche Anstrengung, auch nicht einmal eine geistige! die Speisen weniger nährend! Viele Völkerstämme der tropischen Gegenden essen auch gar kein Fleisch; ihnen, nicht den Polarvölkern, gehören die Meel- und Fettspeisen an; reichliche, besonders kühlende Getränke, recht viel Luftzug! Die Abkühlung geschieht, wie Jeder weiß, hauptsächlich durch Verdampfung des Schweißes, und diese zu verstärken, ist gerade was die reichlichen Getränke, der Luftzug und die Abkühlungsmittel überhaupt zunächst bezwecken. Vor Jahren zeigte sich in Kopenhagen ein Spanier für Geld in einem über den Kochpunkt des Wassers erhitzten Ofen. Man beschuldigte ihn, er habe sich mit einer bekannten Salbe eingeschmiert, aber wahrlich jede Salbe würde ihm schlechte Dienste geleistet haben! Die sehr starke Hitze ist eben nur bei freier Hautausdünstung und trockener Luft zu ertragen, im Dampfbade deshalb kaum höher als 50° R., im warmen Bade kaum mehr als einige Grad über die Wärme unseres Körpers.

Man kann sich also in der That die anscheinend ganz unerklärliche Gleichförmigkeit der Temperatur bei dem Menschen und den warmblütigen Thieren überhaupt dadurch schon erklären, daß uns das Sinken oder Steigen des natürlichen Wär-

megrades gleich anfangs ein unangenehmes Gefühl erregt, dem instinctmäßig abgeholfen wird — und zwar ganz und gar nach den allgemeinen Gesetzen für das Steigen oder Sinken der Wärme überhaupt.

f. Einsaugungsvermögen.

Eine der wichtigsten physischen Erscheinungen im lebenden Körper ist das Einsaugen der Nahrungsflüssigkeiten, und man hat geglaubt, daß dabei irgend ein schützendes Lebensprincip vorzüglich thätig sei, um nur den brauchbaren Stoffen Eintritt zu gestatten, den schädlichen ihn zu verwehren. Es war aber ein Glück, daß man dieser Ansicht, während sie noch vorherrschte, nicht in der Praxis folgte. Es hätte sonst den Theoretikern schlecht ergehen können; denn in der That wird im Magen zugleich mit dem Wasser auch Alles eingesogen, was im Wasser aufgelöst ist, Gifte durchaus nicht weniger als alles Uebrige. Der Mensch hat den Verstand um ihn zu gebrauchen, das Thier seinen Instinct. Die Pflanze hat eben nur das Vermögen, das Wasser aus der Erde einzusaugen, und saugt dabei alles darin Aufgelöste mit ein. In der Regel ist dies auch alles der Pflanze dienlich oder allenfalls nicht schädlich; denn der Verschiedenheit des Erdbodens entsprechen verschiedene Pflanzen — das Gegentheil kann aber auch treffen, und die Pflanze hat dann kein Gedeihen oder geht vollends unter.

Die Eisaugung selbst aber gehört, wie überhaupt jeder Durchgang von Flüssigkeiten durch organische Flächen, zu jenen physischen Eigenschaften, die nicht mit dem Leben erlöschen. Man hat diesen Durchgang von Flüssigkeiten durch thierische Membranen und organische Flächen überhaupt in neuerer Zeit E n d o s m o s e genannt, und es ist gelungen, gewisse Gesetze oder Regel aufzustellen, denen sie unterworfen ist. In manchen Fällen sind allerdings die Erscheinungen

verschieden in den lebenden und in den todten Körpern. Im Leichname z. B. siebt die Galle zum Theil durch die Gallenblase hindurch, was im lebenden Körper nicht der Fall ist; allein die Galle hat unterdessen eine Auflösung erlitten, die Gallenblase auch noch an der angehenden Zersetzung ihren Antheil gehabt — die physischen Verhältnisse sind folglich nicht mehr dieselben.

g. Blutumlauf, Lichtbrechung, Muskel- und Nerventhätigkeit.

Wer sollte nicht die großartigen physischen Erscheinungen des Blutumlaufs im ganzen Körper und der Lichtbrechung im Auge bewundern? Jedoch beruhen diese, wie alle ähnliche Erscheinungen, in der That auf Vorrichtungen, wodurch sie sich nach den allgemeinen Gesetzen der Hydraulik und der Optik vollständig erklären lassen. Die genannten Vorrichtungen werden Ihnen später ausführlich dargestellt werden, und Sie werden dann selbst beurtheilen können, wie bestimmt und sicher dies ausgesprochen werden darf.

Zwei Systeme giebt es jedoch im Thierkörper, deren physische Lebenserscheinungen so ganz außergewöhnlicher Art sind, daß man in älterer Zeit nicht annehmen konnte, daß sie den allgemeinen physikalischen Gesetzen gehorchen. Es ist, wie Sie wohl gleich errathen, das Muskel- und das Nervensystem, von denen hier die Rede ist. Die ganze Mechanik der Muskelbewegungen entspricht aufs Vollkommenste den allgemeinen physikalischen Gesetzen, das heißt: leicht ist es zu ersehen, wie jeder Muskel, seiner Lage und Befestigung nach, bei seiner Verkürzung diese oder jene Bewegung der Theile hervorbringen muß. Die Verkürzung selbst aber scheint ganz eigenthümlicher Art zu sein, wie man sie sonst nirgends vorgefunden hat, noch hat nachahmen können. — Und nun zumal die Lebenserscheinungen im Nervensystem! Diese Sicher-

heit und diese Blitzesschnelle der Sinnesempfindungen und der willkührlichen Bewegungen! — wer möchte wohl darauf eingehen, sie nach physikalischen Gesetzen zu deuten? Die Hoffnung, sie so zu deuten, erwachte jedoch bei der Entdeckung des Galvanismus, oder richtiger des Voltaismus. Es traten damit Erscheinungen an den Tag, die allerdings mit jenen wunderbaren im lebenden Körper eine gewisse Verwandtschaft verriethen. Diese bewährte sich mehr und mehr, je genauer dieser Theil der Physik entwickelt wurde, und jetzt, gerade in diesen Jahren erst, sollte es dem geistreichen Dr. Du Bois-Reymond in Berlin gelingen, die nahe Verwandtschaft aufs Deutlichste zu erweisen. Kaum ist es mehr zu bezweifeln, daß in der That die Muskel- und die Nerventhätigkeit einer Form der Electricität entsprechen, und nach rein physikalischen Gesetzen auf der Stoffmischung und auf dem Bau der Muskeln und der Nerven beruhen.

Sollte es wohl noch nöthig sein, mehr Thatsachen anzuführen, um Ihnen die Ueberzeugung zu verschaffen, daß die physischen Lebenserscheinungen, eine wie die andre, wie fremdartig und wunderbar sie sich auch ausnehmen mögen, dennoch die Annahme eigener physischer Kräfte durchaus nicht nöthig, oder auch nur wahrscheinlich machen, daß sie vielmehr sammt und sonders auf der Stoffmischung, dem Gewebe und dem Bau der Organe und des gesammten Organismus beruhen? — „Wenn aber", werden Sie bemerken, „immer doch noch diese Stoffmischung, dieses Gewebe und dieser Bau durch eigene Lebenskräfte entstanden sind, so sind es im Grunde ja auch — obgleich mittelbar — die darauf beruhenden physischen Eigenschaften".

Hören wir zuerst, wie es mit den vermeintlichen chemischen Lebenskräften sich verhält!

b. Deutung der chemischen Lebenserscheinungen.

Daß die lebenden Körper im Besitz eigener chemischer Kräfte sind, meinte man früher, ginge schon daraus hervor, daß sie im Wesentlichen aus Stoffen ganz eigenthümlicher Art bestehen, wie solche gar nicht sonst in der Natur vorkommen. Als Beispiele wurden Ihnen Eiweiß-, Käse- und Faserstoff, Leim, Fett, Meelstoff und Zucker genannt. Die Kunst vermag dergleichen eigenthümliche Stoffe, — organische Stoffe, wie wir sie genannt haben — zu zerlegen, wodurch es sich ergeben hat, daß sie, trotz ihrer großen Verschiedenheit, alle aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen, die meisten, zumal der thierischen Bestandtheile, auch noch aus Stickstoff, etwas Schwefel und Phosphor. Die Kunst vermag jedoch nicht, aus diesen Grundstoffen jene organischen Stoffe wieder hervorzubringen, so wie in der That auch nicht die Thierkörper dies Vermögen besitzen; denn die Thiere müssen die organischen Stoffe, welche ihre eigentlichen Nahrungsstoffe ausmachen, bereits gebildet von außen beziehen. Nur in den lebenden Pflanzen waltet also das Vermögen ob, die organischen Stoffverbindungen zu bilden, und zwar nicht unmittelbar aus jenen Grundstoffen selbst (Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff), sondern nur mittelbar, nachdem diese Grundstoffe erst als Kohlensäure, Wasser und Ammoniak bereits außerhalb der Pflanze je zwei und zwei vereint worden.

Dies alles wurde Ihnen bereits im ersten Vortrage angegeben. Hier wollten wir es uns nur noch einmal vergegenwärtigen, damit die Frage ganz klar hervorträte, ob nicht in dem organischen Leben der Pflanzenwelt ein chemischer Vorgang ganz eigenthümlicher Art bestehe, und ob nicht ein solcher die Annahme eigener chemischer Kräfte nothwendig mache?

Die Chemiker beantworten nun diese Frage ungefähr folgendermaßen. Von chemischen Vorgängen giebt es über-

haupt viele verschiedene Arten, ohne daß man bei jeder dersel- ben eine eigene Kraft anzunehmen hätte. Unter verschiedenen Umständen verbinden sich die einfacheren Stoffe auf verschiedene Weise, und bilden zusammengesetzte Stoffe sehr verschiedener Art und verschiedener Eigenschaften. Dazu aber jedesmal eine eigene Kraft vorauszusetzen, ist durchaus unstatthaft. Alljähr- lich lernt man neue Verbindungen der Stoffe hervorbringen, nicht indem man in den Besitz neuer chemischer Kräfte kommt, sondern eben nur indem man immer mehr die Umstände ken- nen lernt, unter welchen sie diese und jene gegenseitigen Ver- bindungen eingehen. Die Bildung der organischen Stoffe in den Pflanzen muß man dem zufolge sich so denken, daß in ihnen gerade die dazu günstigsten Umstände vorhanden sind; und man darf keinesweges die Hoffnung aufgeben, es werde ein- mal gelingen, diese Umstände auch außerhalb der lebenden Pflanzen hervorzubringen, wodurch die Bildung der organischen Stoffe ins Bereich der chemischen Laboratorien fallen würde.

Diese Ansichten konnten nun für vollkommen richtig an- erkannt werden; immer aber stellte sich die Gegenbemerkung wie von selbst dar: „Es ist aber nun einmal so, daß Ihr die organischen Stoffe nur zu zerstören vermögt, nicht aber sie zusammenzusetzen. Das vermag nur die Kraft der lebenden Pflanze"! — da gelang es vor etwa zwei Jahrzehnden dem berühmten deutschen Chemiker Wöhler zum erstenmal, einen rein anorganischen Stoff (cyansaures Ammonium) in einen wahrhaft organischen Stoff (Ureum oder Harnstoff) zu ver- wandeln. Seitdem sind andre ähnliche Entdeckungen gemacht worden. Es ist freilich wahr, daß alle diese bisher künstlich nachgemachten organischen Stoffe nur zu den Auswurfsstoffen der lebenden Körper gehören, keiner zu denjenigen, die in die Zusammensetzung der Organe selbst treten. Indessen haben die Entdeckungen doch das Zutrauen zu jenen Ansichten der

Chemiker ungemein stärken müssen, und kaum kann man es mehr bezweifeln, daß in der That die Stoffe in den lebenden Körpern sowohl hinsichtlich ihrer Verbindungen, wie hinsichtlich ihrer Auflösungen, ganz denselben Gesetzen unterworfen sind wie außerhalb derselben.

„Wie steht es denn", werden Sie mich fragen, „mit dem auffallenden Gegensatze, von dem früher die Rede war, im Verhalten eines und desselben Körpers, je nachdem ihm die Lebensfähigkeit erloschen ist oder nicht"? Darauf kann ich Ihnen nur antworten: das Thatsächliche bleibt immer dasselbe; die Deutung desselben aber beruht hier, wie überall, auf subjective Anschauung. Zwei Körper liegen uns vor, allem Anscheine nach der eine ganz wie der andre; wir versetzen sie beide unter gleiche äußere Umstände: der eine lebt auf, der andre geht in Fäulniß über. Der Physiologe sagt nun: „dort ist die Lebensfähigkeit noch erhalten gewesen, hier bereits erloschen" — und das Resultat berechtigt ihn auch zu dieser Aeußerung. Der Chemiker hingegen meint: „dort ist nichts eingetroffen, was den gewöhnlichen chemischen Prozeß für immer hätte stören können, hier hingegen ist eine solche Störung bereits eingetreten. Das Störende mag den Bau oder die Stoffe getroffen haben, immer sind dabei nur gewisse Eigenschaften verloren gegangen, die zur Bildung organischer Stoffe nothwendig sind. Wenn z. B. ein Pflanzensamen dermaßen verdorrt ist, daß er das Wasser gar nicht mehr einsaugen kann, so wird in ihm auch keine organische Stoffbildung mehr stattfinden können: Es ist ihm aber eben nur die physische Eigenschaft abgegangen, das Wasser einzusaugen, keineswegs eine Lebenskraft im Sinne einer Kraft besonderer Art".

Die angeführten Thatsachen mögen wohl hinreichen, um uns zu überzeugen, daß in der That alle physische und che-

mische Lebenserscheinungen den allgemeinen Naturgesetzen gehorchen.

Allein — kann man wiederum bemerken — auch durch diese Entdeckungen hat es sich ja nur erwiesen, daß das Lebensprincip zur Aufführung und Erhaltung des ganzen organischen Baues nur der allgemeinen Naturkräfte bedürfe. Die Bedeutung ihrer selbst zeigt sich dadurch gewissermaßen in einem um so viel helleren Lichte.

i. Deutung der organischen Formbildung.

Da treten aber die Mikroskopisten auf, und stellen sich auf die Seite der Physiker und Chemiker. Wie die Physik und die Chemie, so hat auch die Mikroskopie gewaltige Fortschritte gemacht in den letzten Jahrzehnden. Man hat jedes Organ nicht nur bis ins Tiefste seines Gewebes erforscht, man hat das Gewebe selbst vom ersten Beginne seiner Entwickelung an im Ei belauscht, und immer wahrscheinlicher ist es den Mikroskopisten geworden, daß auch hier nur die allgemeinen Naturkräfte sich geltend machen. — Von den eben angedeuteten Entdeckungen werde ich mir erlauben, Ihnen eine kurze Uebersicht mitzutheilen, und dann auch noch die darauf gegründeten Ansichten darzustellen. In wie fern diese Ansichten, meiner Meinung nach, zu billigen sind, muß ich mir vorbehalten, Ihnen in der nächsten Stunde darzulegen.

So wie im 17ten Jahrhundert die Vergrößerungsgläser, und darauf die eigentlichen Mikroskope erfunden worden, fand man das Innere der Pflanzenkörper durchgängig aus Bläschen bestehend, dicht zusammengefügt, sehr häufig in gedrängtem Raume wie die Zellen eines Honigkuchens mit eckigen

Flächen an einander stoßend. Der berühmte englische Botaniker Robert Brown machte vor etwa 20 Jahren schon darauf aufmerksam, daß jede solche Pflanzenzelle ganz gewöhnlich irgendwo an seiner inneren Wand ein kleines Körperchen ansitzen habe, das aber an den jüngeren Zellen immer verhältnißmäßig größer sei. Er vermuthete demnach, daß es gerade bei der ersten Bildung der Zelle eine bestimmte Rolle spielen müsse. Diese Vermuthung wurde durch Prof. Schleiden aufs Vollkommenste bestätigt. Der Zellenkern entsteht zuerst in der Bildungsmasse, und zwar auf die Weise, daß sich die mikroskopischen Körnchen derselben gruppenweise vereinigen, indem sich die allerkleinsten einem etwas weniger kleinen anfügen. Der so entstandene Zellenkern wird von einer begrenzenden Haut umhüllt, und damit ist die Zelle, so zu sagen, fertig. Sie wächst von nun ab nur dadurch, daß Flüssigkeiten durch die äußere Haut, oder die Zellenwand, eingesogen werden, wobei aber der Kern nur sehr wenig zunimmt, oder gar allmählig abnimmt und verschwindet. Die Zellen einer Pflanze wachsen nicht leicht über eine gewisse Größe hinaus, sind, im Ganzen genommen, dem unbewaffneten Auge kaum sichtbar, und der Wuchs eines Pflanzentheiles wird demgemäß nur durch eine fortwährende Vermehrung der Zellen möglich. Die Zellenvermehrung aber geschieht nicht allein durch Wiederholung der eben genannten Thätigkeit, sondern auch theils dadurch, daß innerhalb der älteren Zellen neue sich bilden, wachsen und durch Platzen der mütterlichen Zelle frei werden — theils auch dadurch, daß die älteren Zellen sich durch eine Abschnürung in mehre Zellen zertheilen.

Durch diese Entdeckungen war es also gelungen, das organische Leben bis ins Innere der Pflanzen mit den Augen zu verfolgen, und es mußte sogleich eine Hauptaufgabe der

Naturforscher werden, den entsprechenden Hergang im Innern der thierischen Körper nachzuweisen. Die Aufgabe wurde auch kurz darauf gelöst, und zwar auf eine unerwartete und sehr befriedigende Weise. Dr. Theodor Schwann, jetzt Professor in Löwen, war es, der die Wissenschaft um diesen wichtigen Schritt weiter förderte. Er zeigte erst, wie in der That nicht ganz wenige Theile der Thierkörper, eben wie die Pflanzentheile, aus Zellen bestehen. Am Allerdeutlichsten liegt dieser Zellenbau vielleicht in den Federn der Vögel vor Augen. In der sogenannten „Seele" einer gemeinen Gänsefeder ist jedes Glöckchen eine vertrocknete derartige Zelle von verhältnißmäßig collossaler Größe; daß aber ein ähnlicher Bau aus vertrockneten Zellen auch noch sonst überall in einer solchen Feder bestehe, davon wird man sich alsbald überzeugen, so wie man nur einen dünnen Querschnitt bei mäßiger Vergrößerung betrachtet.

Kurz vorher hatte man auch schon entdeckt, daß die starkgefärbten dünnen Schichten oder Häute (Pigmenthäute), die an mehren Stellen des Körpers vorkommen, und wovon zumal die im Innern des Auges allgemein bekannt ist, aus lauter ähnlichen Zellen zusammengesetzt sind, jede Zelle aus einer dünnen Zellenwand, einem durchsichtigen Kerne und einem farbigen Inhalte bestehend. Auch wurde es nachgewiesen, daß in der That hier, wie in den Pflanzenzellen, der

12.

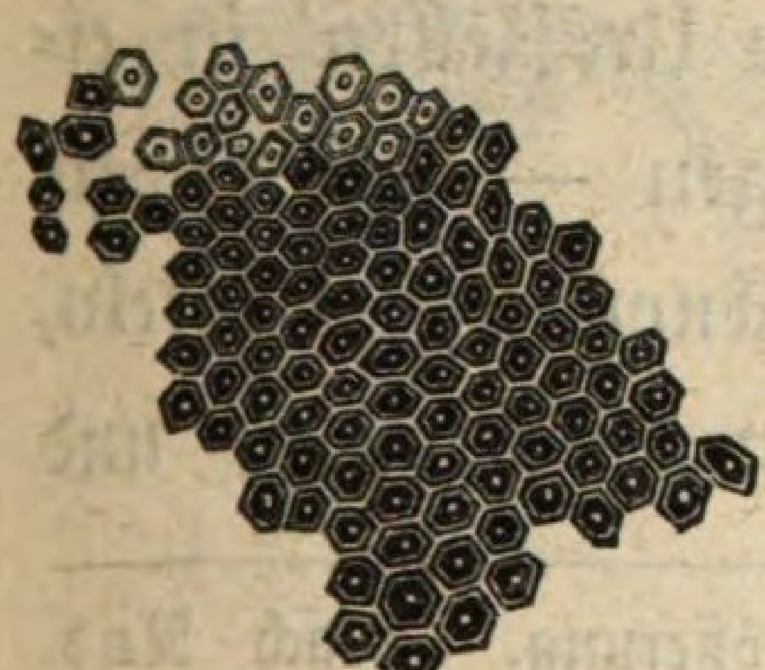
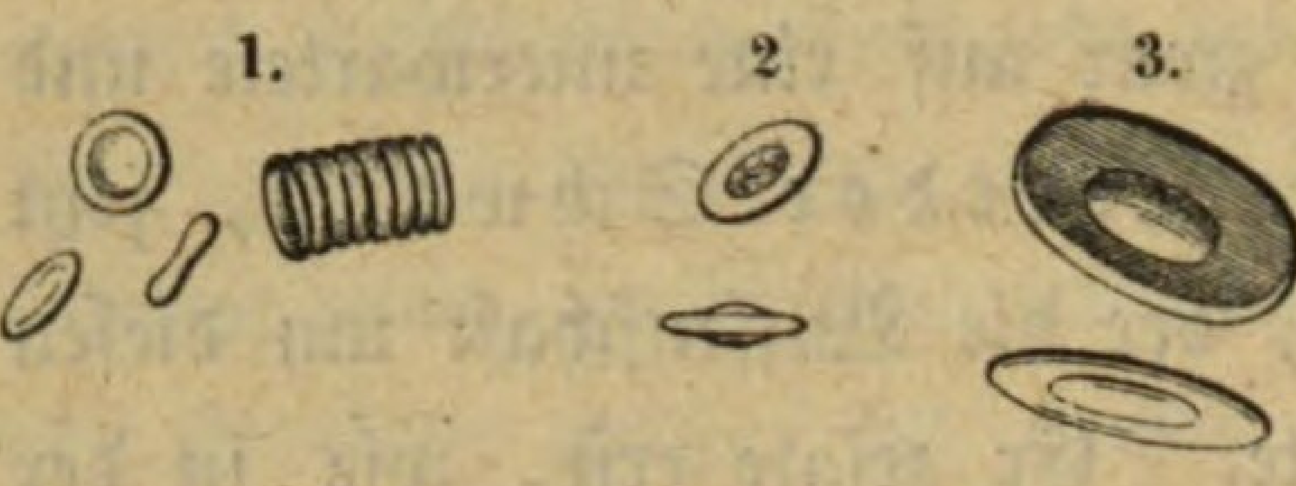


Fig. 12. Bruchstück der Pigmenthaut aus dem Auge von einem Lamm, stark vergrößert. Nach Gottsche.

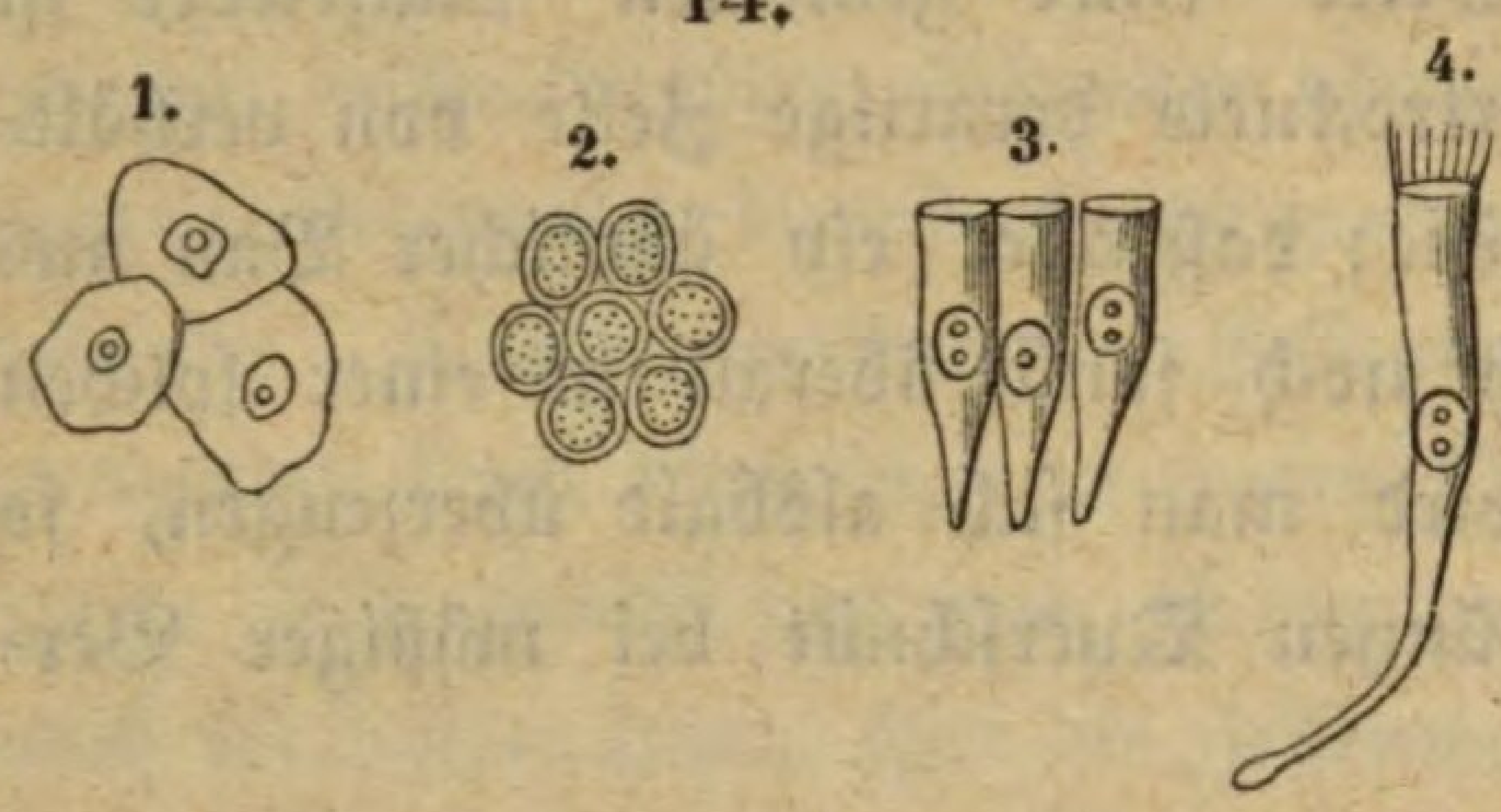
Kern am frühesten gebildet sei, der (farbige) Zelleninhalt am spätesten. — Es hielt nun nicht schwer, die Blutkörperchen, die durch ihre rothe Farbe das Blut überhaupt roth erscheinen lassen, als ganz entsprechende, im klaren Blutwasser frei schwebende Zellen anzuerkennen.

13.



Es wurde ferner dargethan (besonders von Prof. Henle), daß auch die Oberhaut des Körpers, so wie die entsprechenden Ueberzüge der Schleimhäute und alle hornigen Theile überhaupt — wozu übrigens auch gerade die Vogelfedern gehören — einen ganz analogen Bau haben.

14.



Die wichtigste Entdeckung von Schwann bestand jedoch darin, daß er nachwies, es haben alle Theile des thierischen Körpers, wie eigenthümlich ihr Gewebe auch sein mag, ursprünglich einen und denselben, und zwar eben jenen Zellenbau gehabt. Die ganze Verschiedenheit der Gewebe entsteht, dieser Entdeckung zufolge, nur dadurch, daß die Ur-Zellen in einigen Theilen — wie z. B. in den hornigen — fast unverändert bleiben, in andern — wie in den Knochen, Muskeln, Nerven — sehr bedeutende Entwickelungen durchgehen, und

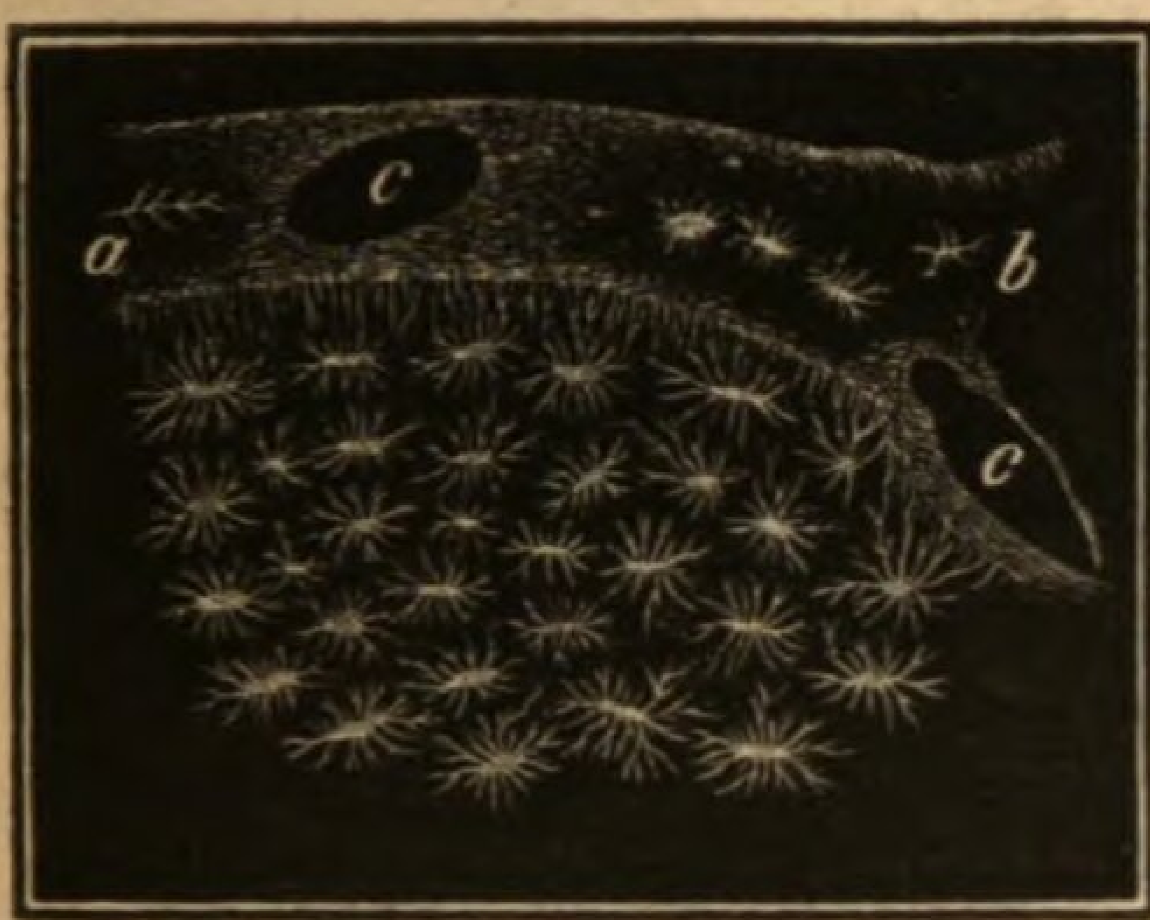
---

Fig. 13. Blutkörperchen in 500maliger Vergrößerung. Nach Rud. Wagner. 1) vom Blute des Menschen 3 einzelne Blutkörperchen in verschiedenen Stellungen und mehre dergleichen an einander geklebt, wie oft im ausgelassenen Blute zu sehen; 2) Blutkörperchen einer Henne in zwei verschiedenen Stellungen; 3) Blutkörperchen eines Frosches in zwei Stellungen.

Fig. 14. Zellen des Ueberzuges verschiedener Schleimhäute: 1) der Speiseröhre, 2) der Gedärme; 3) dieselben, von der Seite gesehen; 4) Zelle des Ueberzuges von der Luftröhrenschleimhaut, mit Flimmerhärchen besetzt.

zwar in ganz verschiedenen Richtungen. So zeigte Schwann,

15.



daß die ursprünglichen Zellen der Knorpel sich wie Pflanzenzellen durch Bildung neuer Zellen im Innern vermehren, und daß sie, allmählig von einer festeren Masse umhüllt, bei der Verknöcherung selbst eine kalkige Natur annehmen. Ganz anders entwickeln sich die Zellen des Fleischgewebes — sie verschmelzen reihenweise, um Stränge zu bilden, die sich später in Fasern spalten; anders wiederum verhalten sie sich im Nervengewebe, und überhaupt in jedem Gewebe eigener Art.

Gehen wir nun auf die frühesten Perioden des Embryos zurück, so wird es klar, daß, diesen Entdeckungen zufolge, der Körper ursprünglich aus lauter Zellen bestanden hat, und, da die Zahl der Zellen sich allmählig entwickelt haben muß, — gar der ganze Embryo, ja das ganze Ei ursprünglich vielleicht selbst nur eine einzige Zelle gewesen. Dahin führt

*



uns die logische Gedankenfolge — dahin aber auch die unmittelbare Beobachtung. Nehmen wir einmal wieder jenes Säugethierei im Eierstockbläschen vor. Der Form und dem Inhalte nach, entspricht es in der That einer einfachen Zelle mit ihrem durchsichtigen Kerne

---

Fig. 15. Ein kleines, äußerst dünn geschliffenes Scheibchen vom Hirnschädel bei sehr starker Vergrößerung auf dunklem Grunde gesehen. a—b: eine Markröhre; c– c: zwei daraus stammende Seitengänge. Die Knochenzellen zeigen sich in der durchsichtigen Zwischenmasse kreideweiß, so auch die äußerst feinen, verzweigten Gänge, die von ihnen ausstrahlen und sich zum Theil netzförmig verbinden. Nach Joh. Müller in: Miescher de inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berol. 1836. *) Siehe Fig. 2, Pag. 36.

(der Purkinje'schen Blase). Im Innern der gemeinsamen Stammzelle entstand der Keim durch eine Anhäufung neugebildeter Zellen, wuchs durch die zunehmende Vermehrung derselben. Neue Gebilde des Keimes traten auf, eins nach dem andern, alle aber bestanden aus Zellen; ihre Bedeutung ließ sich anfänglich nicht aus ihrem Gewebe, nur aus ihrer Lage und Form erkennen.

k. Das Lebensprincip verworfen.

Dies ist das Wesentliche der neueren mikroskopischen Entdeckungen. Großartig, wie diese an und für sich sind, haben sie nicht nur den vermeintlichen Lebenskräften einen Todesstreich versetzt, sondern auch die ganze Annahme eines Lebensprincips in ihren Grundpfeilern erschüttert; es scheint, als sei sie bereits als gestürzt und aufgegeben zu betrachten. Wenn man bisher geglaubt, „es liege jedem Organismus eine Kraft zu Grunde, welche den Organismus nach einer ihr vorschwebenden Idee formt, welche die Moleküle so zusammenfügt, wie sie zur Erreichung gewisser, durch diese Idee gesetzter Zwecke nothwendig sind", so stellt man dieser „teleologischen" Ansicht eine rein „physikalische" entgegen, derzufolge „die Grundkräfte der Organismen überhaupt nicht weniger, als die Kräfte der anorganischen Natur mit der Existenz der Materie gesetzt sind, und, wie diese, durchaus nach Gesetzen der Nothwendigkeit, ohne Rücksicht auf einen Zweck blind wirken" *). Die Annahme, daß jedem Organismus eine einzige, nach einer bestimmten Idee wirkende Kraft zu Grunde liege, stützt sich offenbar

*) Th. Schwann. Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. Pag. 221.

auf die angenommene Individualität namentlich eines Thieres. Diese Individualität wird aber, der physikalischen Ansicht gemäß, geleugnet. So wie schon früher von den Pflanzen vermuthet worden, daß ihre einzelnen Zellen eigentlich die Organismen seien, und die ganze Pflanze nur ein nach bestimmten Gesetzen geordnetes Aggregat dieser Organismen, so müsse dasselbe von den Thieren gelten, deren Elementartheile sich ganz eben so verhalten. Die Zellen sind aber wiederum, heißt es ferner, nur in dem Sinne Organismen, worin es auch die Krystalle der Mineralien sind. Wie diese, sind auch die Zellen nur Producte einer allgemeinen Eigenschaft der Materie, der nämlich, gewisse Formen anzunehmen. Sie sind Krystalle, ausgezeichnet durch die rein physische Eigenschaft, Wasser einsaugen zu können.

Die Anhänger der Lebenskraft meinen noch einen entscheidenden Einwurf vorbringen zu dürfen. „Wenn Ihr auch", sagen sie, „jede einzelne Lebenserscheinung nach rein physikalischen Gesetzen erklären könnt, so bleibt Eins dabei immer noch unerklärt und unerklärlich, und zwar das Allerwesentlichste, nämlich die unerfaßliche Harmonie aller Theile und aller Erscheinungen, die durchaus vollkommene Zweckmäßigkeit derselben zur Erhaltung des Invidunms und der Gattung". Darauf antworten aber die Anhänger der physikalischen Ansicht: „Die Zweckmäßigkeit, selbst ein hoher Grad individueller Zweckmäßigkeit jedes Organismus, läßt sich gar nicht leugnen; allein nach unserer Ansicht liegt der Grund dieser Zweckmäßigkeit nicht darin, daß jeder Organismus durch eine individuelle, nach einem Zweck wirkende Kraft hervorgebracht wird, sondern er liegt darin, worin auch der Grund der Zweckmäßigkeit in der anorganischen Natur liegt, in der Schöpfung der Materie mit ihren blinden Kräften durch ein vernünftiges Wesen".

„Wenn die organischen Zellen, nicht weniger als die Krystalle, das Product des Bildungsvermögens der Stoffe sind, so müßte man ja auch dahin gelangen können, ihre Bildung künstlich hervorzurufen". — Allerdings meinen dies auch die Anhänger der physikalischen Ansicht. Vor etwa 20 Jahren machte es viel Aufsehen, daß man durchs Schütteln einer Mischung von Eiweiß und Oel Kügelchen gebildet hatte, wovon jedes aus einer Eiweißhülle mit einem Oeltropfen bestand, nnd somit einer Fettzelle auffallend ähnlich sah. Ein hiesiger College hat mir ähnliche künstliche Zellen gezeigt, die er durchs Schütteln von Eiweiß und Chloroform hervorgebracht. Durchs Mikroskop sah man, wie die Eiweißhüllen durchs Verdampfen des Chloroforms erschlafft wurden, und die Aehnlichkeit mit einer Zelle, deren Inhalt ausgesogen ist, war in der That sehr täuschend. Es schien, als ob eben nur der Zellenkern fehle, um die Zellen zu vervollständigen. — „Doch was braucht man erst an solche Experimente zu denken? Eine freiwillige Umwandlung des Stoffes nicht nur in Zellen, sondern in wahre Pflanzen und Thiere, wird ja hervorgerufen, wo nur die Umstände einigermaßen günstig sind. Dies ist ja immer der Fall bei der sogenannten generatio æquivoca. Die Existenz einer solchen wird doch nicht ganz geleugnet werden können, wenn auch die neueren Forschungen sie in vielen Fällen als unstatthaft nachgewiesen, in denen sie früher angenommen wurde. — In den Gedärmen der Würmer zeigen sich sehr häufig kleine Schmarotzerthierchen, die man Gregarinen nennt — so einfach gebaut, daß sie nur eine einzige Zelle darstellen. Sie sind bewegungslos und vergehen allem Anscheine nach an derselben Stelle, wo sie gebildet worden. Unter den Infusionsthierchen giebt es ebenfalls einfach aus einer Zelle bestehende Arten, und vielleicht läßt sich

dies noch bestimmter von manchen pflanzlichen Geschöpfen behaupten, wie z. B. vom sogenannten rothen Schnee. Einfach wie ihr Bau, ist auch ihre Entstehung. Sie werden überall sichtbar, wo nur die Umstände ihrer Entstehung günstig sind. In jedem dieser Fälle einen verborgenen mütterlichen Organismus anzunehmen, ist ganz willkührlich, nicht auf Beobachtung, sondern nur auf einer vorgefaßten Meinung sich stützend. Hier findet im Grunde dasselbe Statt, was man in jenen Experimenten mit der künstlichen Zellenbildung beabsichtigte. Es ergiebt sich nur, daß es sehr schwer hält, die günstigen Bedingungen immer herauszufordern, die sich sonst gar häufig wie von selbst darbieten. — Und wenn einmal die Möglichkeit nicht nur, sondern gar die Wirklichkeit einer freiwilligen Formannahme des organischen Stoffes gegeben ist, wie kann man es dann noch bezweifeln, daß nicht auch mehr zusammengesetzte Organismen sollten auf ähnliche Weise entstehen können? Verfolgt man die Reihe der Generationen rückwärts, so muß man doch stets auf einen ursprünglichen Organismus zurückkommen, der eben nur durch die schöpferische Kraft der Natur — das heißt, durch dieselben Naturkräfte entstanden ist, die eben bei jeder sogenannten generatio æquivoca in Thätigkeit gerathen".

Dieser ganzen Darstellung gemäß muß also die Bildung der organischen Formen und der organischen Gewebe, nicht weniger als die der organischen Stoffe, den Stoffen selbst mit ihren blinden Kräften zugeschrieben werden. Wir wollen hier für heute stehen bleiben, und vorläufig die Aufgabe dieses Vortrages als gelöst betrachten.

Diese Aufgabe war, wie Sie sich wohl noch erinnern, die **Lebenserscheinungen Ihnen zu deuten.** Wir haben begonnen, einen eigenen Schutzgeist in jedem Organismus anzunehmen, im Besitz eigener Kräfte, die den äußeren Naturkräften entgegen

wirken. Die Annahme wurde verworfen, eigenthümliche Lebenskräfte aber immer noch als nothwendig gedacht, um sich die Lebenserscheinungen zu erklären. Da zeigte es sich, daß die physischen, wie auch die chemischen Erscheinungen der lebenden Körper den allgemeinen Naturgesetzen durchaus unterworfen sind. Nur noch eine bildende Lebenskraft schien unbedingt beibehalten werden zu müssen, denn gleich einem Wunderwerke schien jeder Thier- und Pflanzenorganismus immer noch gegen die ganze anorganische Welt dazustehen. Endlich fiel auch der Zauber des ganzen organischen Baues; mit ihm die ganze Gewalt des vermeintlichen Lebensprincips — und somit das Princip selbst.

So in unserer Darstellung, so aber auch in der Geschichte der Wissenschaft. Für den Augenblick scheint es in der That, daß die meisten Naturforscher die Lebenskraft ganz aufgegeben haben.

Ein ausgezeichneter Chemiker drückt sich in folgenden Worten aus*): „Die Lebenskraft scheint mir in dem gewöhnlichen Sinne eine eben so unrichtige Vorstellung zu geben, als wenn man zugeben wollte, daß bei einer von Tausenden gelieferten Schlacht eine einzige verschieden modificirte Kraft thätig wäre; eine Kraft, durch welche Kanonen und Gewehre abgeschossen würden, die Säbel dreinschlügen, die Lanzen stächen, Menschen und Pferde liefen und ständen, die Trompeten ertönten u. s. w. — Die Armee tritt als selbstständiges Ganzes auf und giebt Erscheinungen; der Organismus, aus den verschiedensten Organen zusammengesetzt, liefert gleichfalls Er-

*) G. J. Mulder. Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie. 1ste Liefer. Braunschweig 1844. Pag. 67.

scheinungen. Leiten wir diese letzteren aus einer einzigen verschieden modificirten Kraft ab, von einer Lebenskraft, so müssen wir auch, um consequent zu sein, eine Schlacht liefernde Kraft annehmen".

Ein anderer, nicht weniger berühmter Naturforscher vergleicht die Annahme einer Lebenskraft mit der einer eigenen Weberstuhlkraft. Die Lebenskraft hat, so zu sagen, ihr Ansehen verloren, oder — was für sie noch schlimmer ist — sie ist aus der Mode gekommen. Man zieht es vor, die Ueberzeugung fest zu halten, es seien sämmtliche Lebenserscheinungen schon nach den allgemeinen Naturgesetzen zu erklären, man müsse nur, mit diesen voll vertraut, die Erscheinungen selbst immer tiefer und genauer erforschen. Seitdem die Lehre vom Leben in diesem Geiste behandelt worden, ist es eben, daß jene großen Entdeckungen gewonnen, und daß man mit vollem Vertrauen nicht weniger großen entgegen sehen kann. Wenn man damit die kleine Ausbeute vergleicht aus der Periode, da man Alles erklärt zu haben meinte, wenn man es auf Rechnung der Lebenskraft schrieb, so ist es leicht verständlich, wie die physikalische Ansicht hoch in Ehren, die teleologische in Verruf gekommen.

Meiner Meinung nach ist man jedoch hierin viel zu weit gegangen. Eine Lebenskraft im Sinne eines Archæus ist unbedingt zu verwerfen, keineswegs aber im Sinne eines Princips, das sich im ganzen Dasein jedes Thieres und jeder Pflanze geltend macht. Jede Lebenserscheinung an und für sich mag immerhin durch die allgemein geltenden Naturgesetze erklärt werden können; in ihrer Gesammtheit müssen sie doch wohl eben nur für die äußeren Erscheinungen eines solchen Princips angesehen werden. Eine Analogie der Zellenbildung und der Krystallisation kann ich nicht anerkennen, und weit

entfernt zu glauben, daß Thiere und Pflanzen durch eine eigenmächtige Umwandlung der Stoffe hervorgehen sollten, muß ich vielmehr annehmen, daß in den Organismen die Stoffe mit ihren blinden Kräften nur im Dienste dieses Princips stehen. Eine solche Ansicht (ich nenne sie die teleologische) scheint mir die einzige zu sein, die dem Character des Lebens entsprechend ist, so wie dieser Ihnen in dem vorigen Vortrage dargestellt worden. Haben Sie Lust sie weiter entwickelt zu hören, so sind Sie hiemit eingeladen, meinem nächsten Vortrage beizuwohnen.

III. Teleologische Ansicht vom Leben.

a. Definition; b. Geist in den menschlichen Werken; c. Ein Lebensprincip behauptet; d. Typus der Art; e. Verwandlungen niederer Thiere; f. Wiedererzeugung — Selbsttheilung; g. Ursprung des Lebens; h. Ursprung der Infusorien; i. Verborgener Ursprung der Eingeweidewürmer; k. Zweifel gegen die Selbstbildung der Eingeweidewürmer; l. Veraltete Vorurtheile; m. Schmarotzerleben im Allgemeinen; n. Ursprung der schmarotzenden Insecten; o. Ursprung der Eingeweidewürmer; p. Wesen des Lebens.

---

a. Definition.

Sie wurden eingeladen auf heute, um die teleologische Ansicht vom Leben entwickelt und vertheidigt zu hören. „Und was versteht man denn nun eigentlich unter dieser Ansicht?" müssen Sie vorerst fragen. Die Teleologie (aus dem griechischen Worte telos, Zweck) ist überhaupt die Lehre von der Zweckmäßigkeit, und die teleologische Ansicht vom Leben ist die, daß in den Lebenserscheinungen etwas mehr sich offenbare, als eben das Spiel der, ohne Rücksicht auf einen Zweck, blind wirkenden Kräfte der Stoffe, und zwar, daß in ihnen eine Idee sich verkünde, die sich der Stoffe mit deren blinden Kräften bemächtigt, um dadurch in die äußere Erscheinung zu treten.

Diese Ansicht ist es also, die ich Ihnen in dieser Stunde darzustellen und zu vertheidigen habe. Ich freue mich darauf, denn gleich von vorne herein sei es gestanden, daß ich auch noch zu den Anhängern dieser Ansicht gehöre. Halten wir

Alle die entgegengesetzte, die physikalische Ansicht und ihre Gewährsmänner hoch in Ehren! Durch sie haben wir Erklärungen von den rein physikalischen Lebenserscheinungen gewonnen, die fest stehen, wie die Thatsachen selbst, worauf sie gebaut sind. Daß aber durch alle dergleichen Erklärungen der Einzelnheiten zugleich das Wesen des Lebens erklärt sei, ist eine Behauptung, die, meiner Meinung nach, des Menschen Geist und Herz durchaus nicht zu befriedigen vermag. — Erlauben Sie mir, Ihnen das Verhältniß, wie es sich mir eben darstellt, durch eine Parabel zu schildern.

b. Geist in den menschlichen Werken.

Es lebte einst auf einer ganz abgelegenen Insel ein Volk, wie die Völker im Allgemeinen, größtentheils aus Individuen bestehend mit schlichtem Verstande aber mit den Naturwissenschaften wenig vertraut, zum Theil aber auch aus Gelehrten, namentlich mit tiefer Einsicht in der Physik ausgerüstet. Und diesem Volke sollte nun die Kenntniß des Schiffbaues gänzlich fremd geblieben sein. Plötzlich zeigte sich an ihrer Küste der erste Segler in vollem Kampf mit Wind und Strom. Das Volk staunt ob des sonderbaren Kolosses. „Ein Zauberer", ruft man, „ist der! Seht Ihr's nicht, wie er den Winden und den Fluten gebietet? Die vereinte Kraft beider strebt ihn gegen den Felsen zu zerschellen, er weiß aber ihre feindliche Einwirkung abzuwehren; ihn beseelt eine höhere Kraft"! — Es treten dann die Gelehrten hinzu. Sie untersuchen natürlich die Verhältnisse genauer, und ergründen tief den eigentlichen Zusammenhang. „Was? sollte sich nicht in diesem Kolosse, wie in jedem andern durch Flut und Wind getriebenen Körper, die allgemeinen Naturkräfte einzig und allein geltend machen? Ihr wundert Euch, daß er, während Wind und Strom sich nicht änderten, auf einmal eine andere

Richtung angenommen? Aber sahet Ihr nicht, daß jenes Brett hinten sich kurz vorher gedreht, und jene großen Tücher sich anders gestellt hatten? — natürlich mußten da Strom und Wind ihm eine andere Richtung geben". Die Leute betrachten nun auch etwas genauer erst das Steuerruder, dann die Segel, und sie erkennen das Treffende in den Bemerkungen der Gelehrten. Doch bei genauer Betrachtung des Schiffes, der ganzen Harmonie und Planmäßigkeit seiner Bewegungen können sie es dennoch nicht über sich gewinnen, den Gedanken zu verwerfen — eine eigene Kraft habe darüber gewaltet!

Und hatten sie denn so ganz Unrecht, jene Inselbewohner mit schlichtem Verstande? Freilich hatten sie es, während sie noch im Schiffe eine Zauberkraft annahmen, eine derartige Kraft, die nicht einzig und allein auf eine zweckmäßige Benutzung der allgemein geltenden Naturkräfte beschränkt wäre; und die Gelehrten waren in ihrem vollkommenen Rechte, wie sie diese Annahme widerlegten. Auf die Seite der Gelehrten kam jedoch das Unrecht, wenn sie am segelnden Schiffe nur die Einzelnheiten, nicht den in der Gesammtheit der Einzelnheiten sich offenbarenden Geist erkennen wollten. Denn die wesentliche Frage blieb immer doch, ob hier an diesem Schiffe die allgemeinen Naturkräfte, wie sonst an einem Stück Treibholz, freies Spiel hätten, oder ob sie vielmehr zur Erreichung eines eigenen Zweckes geregelt würden.

Die Gegner der Lebenskraft werden vielleicht dieser meiner Parabel kein geneigtes Ohr schenken. So will ich es denn nicht scheuen, auf die von ihnen selbst angeführten Gleichnisse zurückzukommen. „Leiten wir die Lebenserscheinungen aus einer einzigen verschieden modificirten Kraft ab", hieß es, „von einer Lebenskraft, so müssen wir auch, um consequent zu sein, eine Schlacht liefernde Kraft annehmen". — Sehr richtig! Muß denn eine solche nicht auch in jeder Schlacht

angenommen werden? Eine Schlacht besteht ja doch wohl nicht in einem Gewühl von donnernden Kanonen, laufenden und stehenden Menschen und Pferden u. s. w. Alle dergleichen Einzelnheiten würden ja eben nur ein Gewühl ausmachen, aber keine Schlacht; denn zum Begriffe einer Schlacht gehört so gut, wie zum Begriffe eines segelnden Schiffes, ein leitendes Princip, eine Idee, auf deren Durchführung das Ganze abgesehen ist. Wenn Mancher vor Jahren den großen General im grünen Rock und mit dem bekannten Hute für unüberwindlich hielt, so hatte er allerdings großes Unrecht; wenn aber Jemand im Gewühle einer seiner Schlachten weder seinen, noch des Gegners Schlachtplan hätte anerkennen wollen, so würde er die Schlacht auch gar nicht verstanden haben. Denn das Wesentliche in jedem menschlichen Werke ist doch eben nur der Geist oder die Idee desselben. Um noch ein Beispiel zu nehmen, worin die Idee edlerer Natur ist, wählen wir die Ausführung einer Symphonie oder eines Tongemäldes überhaupt. Auch dabei sind viele Menschen betheiligt, jeder für sich eine nicht geringe Kunstfertigkeit zeigend; der Concertmeister stellt außerdem noch den commandirenden General vor, und ist insofern die wichtigste Person im ganzen Orchester. Doch ist er es eben nur, indem die Partitur ihm vorliegt, in der er mit einem Blicke den Geist, den Plan, die Idee des Ganzen überschaut, und zwar bevor sie noch dem Sinne des Hörers durch Töne vorgeführt wird. Sie, die Composition selbst ist es, die das Wesentliche des Concertes ausmacht, wie in der Schlacht der Schlachtplan, in den Bewegungen des segelnden Schiffes der richtig berechnete Cours.

c. Ein Lebensprincip behauptet.

„Leiten wir", hieß es, wie gesagt „die Erscheinungen in den Organismen aus einer einzigen verschieden modificirten Kraft ab,

von einer Lebenskraft, so müssen wir auch, um consequent zu sein, eine Schlacht liefernde Kraft annehmen". Das haben wir nun gethan, und können somit den Satz umkehren. *Leiten wir*, lautet er alsdann, *die Erscheinungen in einer Schlacht (oder in einem Concerte) aus einer einzigen verschieden modificirten Kraft ab*, so *müssen wir auch, um consequent zu sein, eine Lebenskraft annehmen*. Wohlan! Das wollen wir denn nun auch, und das müssen wir. Wir dürfen jedoch eine Lebenskraft nur in dem Sinne des Wortes „Kraft" annehmen, in welchem wir auch eine Kraft des menschlichen Geistes uns denken, eine solche nämlich, die zwar die allgemeinen Gesetze der Natur auch nicht im Geringsten abzuändern, die Stoffe durchaus nicht anders in Anwendung zu bringen vermag, als gerade so, wie diese nun einmal mit ihren blinden Kräften da sind — es dennoch aber vermag, nach jenen Gesetzen diese Stoffe so anzuwenden, daß dadurch ganz eigene Zwecke erreicht werden. In einem solchen Sinne aber muß eine Lebenskraft um so mehr angenommen werden, weil in den Organismen die Erreichung eigener Zwecke noch unendlich viel deutlicher in die Augen springt, als in allem menschlichen Treiben und Wirken und allen daraus hervorgehenden Werken. Ja, viel mehr noch! wenn überhaupt Menschenwerke mit Organismen, menschliche Unternehmungen mit Lebenserscheinungen zusammengestellt werden können, so ist es eben nur in so fern, daß auch ihnen eine Idee zu Grunde liegt, die in der Gesammtheit ihrer Einzelnheiten sich offenbart; und wenn ein derartiges Gleichniß immer etwas hinkt, so ist es eben in so fern, daß die Durchführung der Idee in allen menschlichen Werken und Unternehmungen verhältnißmäßig ganz ohnmächtig erscheint. Der Schiffer weiß sein Schiff zu steuern gegen Wind und Strom; doch wie viel sicherer steuert der Fisch im Wasser,

der Vogel in der Luft seinen Cours! Wie blitzschnell folgt überhaupt die Bewegung der Willkühr, und schließt sich das Auge unwillkührlich dem drohenden Körper! Der Weber hat zum Aufbau seines Weberstuhls das beste Holz, wie auch die neuesten Fortschritte der Mechanik in Anwendung gebracht; aber das Holz ist ein Stoff, dessen innerer Bau und physische Eigenschaften auf ganz andere Zwecke berechnet sind, und was heute für das Vollkommenste der Mechanik gilt, wird in hundert Jahren wahrscheinlich für etwas sehr Unvollkommenes gelten; hingegen ist in den mechanisch wirkenden Theilen der lebenden Körper der Stoff immer ein solcher, dessen physische Eigenschaften eben nur auf den ihnen bestimmten Zweck berechnet sind, und die Mechanik eine solche, wie sie der Mensch erst beim Abschlusse aller seiner physikalischen Studien, das heißt, höchst wahrscheinlich nimmermehr, wird in Anwendung bringen können. Halten wir einmal ein Kunstwerk und ein Organ, beide mit einem und demselben Plan gegen einander, z. B. ein dioptrisches Instrument und das Auge irgend eines Wirbelthieres. In jenem, wie in diesem, gilt es, von jedem vorliegenden äußeren Punkte das Licht so in einem entsprechenden Punkte des Hintergrundes zu sammeln, daß daraus ein genaues Bild der vorliegenden Gegenstände entsteht, und in beiden ist dies durch Anwendung einer durchsichtigen Linse erreicht worden, die zunächst am Kreisrande von einem dunklen Ringe gedeckt wird. Der Optiker muß sich seine Linse aus Glas schleifen, durch und durch von gleicher Dichtigkeit und Härte; im Auge ist sie aus einem krystallklaren Stoffe dermaßen gebaut, daß sie nach dem Kerne hin allmählig härter wird — ein ungemein großer, für die menschliche Kunst ganz unerreichbarer Vortheil! und nun gar jener dunkle Ring, das sogenannte „Diaphragma" der Optiker! — lassen wir jedoch die Beschreibung des ihm entsprechenden Organs im Auge, bis

wir an die Schilderung des Auges selbst kommen; denn wahrlich die Regenbogenhaut mit ihrer wundervollen Eigenschaft, breiter und schmäler je nach der Stärke des Lichtes zu werden, dürfte einen ganzen Vortrag allein in Anspruch nehmen.

Fassen wir uns kurz! An jedem Kunstwerke lassen sich Mängel nachweisen; man erkennt deren immer mehr, je besser man sich darauf versteht, sie zu beurtheilen. Gerade das Gentheil ist der Fall mit jedem Organe eines Thier- oder Pflanzenkörpers. Liegt der Zweck seiner Organisation einmal offen am Tage, so steigt auch die Bewunderung bei jedem Schritte der Forschung, und nicht zu zählen sind die Schritte, die in der Forschung jedes Organs noch zu thun, bevor es ganz durchschaut ist. — Und darin gerade liegt die Freude des Naturforschers!

Jede Vergleichung der menschlichen Kunstwerke mit den Organismen und ihren einzelnen Organen wird also durch die Unvollkommenheit jener schwankend gemacht; haltbar ist sie immer nur noch, insofern auch das Kunstwerk die planmäßige Durchführung einer Idee beurkundet. Wo keine solche Idee des Ganzen zu Grunde liegt, da wird auch jeder Vergleich unstatthaft, denn da ist auch gar keine Analogie mehr vorhanden. Ein großer Kenner der Lebenserscheinungen und des Lebens, Gotthilf Reinhold Treviranus, hat die Vergleichung eines Organismus mit einem Raphael'ischen Gemälde schön durchgeführt. Sie konnte so durchgeführt werden, indem auch in einem solchen Kunstwerke sich eine göttliche Idee zu offenbaren scheint. Wie dahingegen ein Gemisch von zufälligen Farbenklecksen mit einem Raphael'ischen Gemälde, oder ein Haufen Steine, vom Felsen gesprengt, mit einem Tempel auch gar keine Analogie hat, eben so wenig hat es eine Ansammlung von Krystallen mit einem Organismus.

Um in die äußere Erscheinung zu treten, bedarf die Idee des Organismus der Stoffe, so wie die Idee der Symphonie der Instrumente, und die des Gemäldes der Farben. Aber die Idee geht durchaus nicht aus den Stoffen und deren blinden Kräften hervor. Allmählich entwickelt sie sich beim Künstler; die Stoffe werden in ihren Dienst genommen, und nie weiß man, in wie fern es dem Künstler gelungen, sie vollkommen hervortreten zu lassen. Sehr häufig können Kunstarbeiten von Allen bewundert werden, während der Meister selbst damit unzufrieden ist, und wissen wir doch, daß Thorvaldsen viele seiner früheren Arbeiten vernichtet, bevor sein Jason dastand. Der Bildhauer bedient sich zur Ausführung seiner Idee des Thons, sie wird darauf in Gips und Marmor wiedergegeben; der Maler wählt Oelfarben und Leinwand, hätte jedoch auch z. B. farbige Kreide und Holz aufbieten können; der Componist nimmt die Instrumente des Orchesters in Anspruch, seine Idee hätte jedoch auch auf dem Clavier sich ausführen lassen, wenn auch nicht eben gleich vollkommen. So kann auch allerdings die Idee des Organismus nur im materiellen Stoffe sich äußern, ist jedoch aus ihm und dessen blinden Kräften durchaus nicht entsprungen, ja nicht einmal dermaßen von ihm abhängig, daß sie sich nach seiner Verschiedenheit immer selbst verändern sollte. Der menschliche Organismus z. B. muß allerdings unbedingt organische Stoffe von außen aufnehmen, kann auch keinesweges durch Aufnahme aller dergleichen Stoffe gedeihen; jedoch ist sein Bestehen nicht dermaßen von ihrer Natur abhängig, daß nicht manche Völker z. B. von ausschließlich animalischer, andere von ausschließlich vegetabilischer Kost sollten leben können.

Der teleologischen Ansicht gemäß ist also der ganze organische Bau, im Kleinen wie im Großen, nicht nur kein Product der blinden Kräfte der Stoffe, sondern mit

den daraus entspringenden Formen, nämlich mit den wahren Krystallen, auch gar nicht einmal analog.

Durch Zufall — was eben nur bedeutet, durch die blinden Kräfte der Stoffe an und für sich — können Formen entstehen, die mit denen der organischen Körper eine gewisse Aehnlichkeit haben, wie wir denn in jener angeblichen Menschenversteinerung sahen. Auch können umgekehrt manche Organe eine entfernte Aehnlichkeit mit den Formen haben, die die mineralischen Stoffe durch ihre eigenen blinden Kräfte annehmen. Die Zähne mancher Thiere sind nicht nur steinhart, sondern auch oft eben so eckig, spitz und scharf wie nur irgend ein Krystall — doch haben auch noch diese ihre Formen gar keine Analogie mit denen der Mineralien. Sie sind nicht scharf und eckig durch die anorganischen Stoffe, die sie enthalten; denn sie wurden es bereits, während sie noch als Keime überaus weich, mit anorganischen Stoffen gar nicht geschwängert waren. Scharf und eckig wurden sie eben nur, weil sie ihrer Bestimmung nach im Dienste des Organismus scharf und eckig *sein sollten*.

Sie haben es jetzt erfahren, wie entschieden ich der teleologischen Ansicht vom Leben vor der rein physikalischen den Vorzug gebe. Weit entfernt, den Organismus nur für eine Anhäufung von selbstständigen Zellen, diese nur für eine Art von Krystallen anzusehen, die aus den blinden Kräften der Stoffe hervorgegangen wären, bin ich der Meinung, daß das Wesentliche eines Organismus, wie das eines menschlichen Kunstwerkes, nicht in den Einzelnheiten, sondern im Gegentheil in der Gesammtheit der Einzelnheiten und der daraus hervorgehenden Idee zu suchen ist.

d. Typus der Art.

Eine Idee ist es, die der Gesammtheit der Lebenser=

scheinungen zu Grunde liegt. Welche ist denn nun diese Idee? Die zunächst liegende Antwort möchte wohl die sein: „Es ist der Typus des väterlichen oder mütterlichen Organismus, wohin der Organismus vom Eileben ab hinaufstrebt". Die Antwort ist nicht ganz unrichtig. Vergegenwärtigen wir uns einmal wieder jenes Bruchstück aus der Entwickelungsgeschichte des Küchleins. Wie seltsam die Formen auch waren, die der Keim zuerst annahm, konnten sie immer doch noch als nothwendige Uebergänge zu der Form des reifen Küchleins, und kann ja auch wieder diese Form als ein nothwendiger Uebergang zu der eines Huhns betrachtet werden. Welcher Vater sieht nicht in seinem Sohne sein wahres Ebenbild, und welche Mutter nicht das ihrige in der Tochter? Jedoch bewundern ganz gewöhnlich einige Freunde die frappante Aehnlichkeit des Kindes mit dem Vater, während andere ganz decidirt die Aehnlichkeit mit der Mutter weit größer finden. Es trifft sich auch wohl, daß die Aehnlichkeit größer noch ist mit einem der Großeltern oder gar mit einem ferner Verwandten. Auf keinen Fall kann das Bild der Eltern als das letzte Ziel der Entwickelung gesetzt sein, indem sie ja beide jung sterben können, und das Kind hingegen ein hohes Alter erreichen. Ferner kann das Kind auch mit ganz anderen Anlagen begabt sein. Mitunter erscheinen wie ganz plötzlich in einer Familie große Geister, oder umgekehrt geistig und körperlich höchst stiefmütterlich behandelte Individuen. Doch was sollte ich wohl nöthig haben, mehre dergleichen zur Genüge bekannte Erfahrungen anzugeben, um den höchst wichtigen Satz aufstellen zu können, daß die Idee, die der Entwickelung jedes Organismus zu Grunde liegt, nur die Idee der Art ist. Mit unendlich vielen Abänderungen kann sich diese Idee geltend machen, mitunter so abweichend, daß sie nicht leicht zu erkennen, nie jedoch auf die Weise, daß sie in ihrer Totalität oder ihren

einzelnen Organen in die Idee einer verschiedenen Art ausweichen sollte. Manche dergleichen Fälle sind erzählt worden, werden auch wohl mitunter noch heut zu Tage angegeben, wie z. B. daß Schlangen aus Hühnereiern gebrütet, Waizen aus Gerstensamen entstanden, Menschen mit Katzen und Hundsköpfen geboren, und unzählige andre dergleichen „Misgeburten der menschlichen Einbildungskraft". Fabel Alles ohne Ausnahme!

Als Repräsentant einer Art (Species) tritt jeder Organismus auf, entweder in der männlichen oder der weiblichen Form, bald mit der einen, bald mit der anderen Abänderung, jedoch stets nur einer solchen, die innerhalb der Schranken ihres Typus liegt. Rufen wir aber nun die Schlußworte des ersten Vortrages hier in unsere Erinnerung zurück! Das Dasein jedes Thieres und jeder Pflanze ist eine Lebensgeschichte, hieß es, und so ist denn auch der Typus oder die Idee der Art, die jeder Organismus darzustellen hat, selbst eine Geschichte, das heißt, nicht ein einzelner, in einem bestimmten Momente gegebener Zustand, sondern vielmehr eine Reihe von Formen und Erscheinungen im Verlaufe eines gewissen Zeitraums. — Der Lebenslauf jedes Individuums verhält sich zur typischen Idee der Art gerade so, wie die Ausführung eines musikalischen oder dramatischen Werkes zu diesem selbst. Kennt man genau das eben ausgeführte Werk, so kann man in jedem Augenblicke während der Ausführung angeben, was vorhergegangen und was folgen wird — wenn nicht etwa ein Unglück geschieht, das die Ausführung unvollendet läßt. Gerade so weiß der Zoologe am Ei zu bestimmen, wie das daraus gebrütete Junge aussehen werde, und dies wieder als erwachsenes Thier; der Botaniker am Samen zu erkennen, welche Pflanze daraus entsteht, wie ihre Blätter und Blumen aussehen werden. Der Musiker von Fach kennt eine Mozart'sche oder Beethoven'sche Symphonie oft so genau,

daß er sogar für jeden vorhergehenden und nachfolgenden Zeitpunkt die Töne jedes Instrumentes bestimmen kann, und eben nur dadurch beweist er, daß er in den Geist der Composition vollständig eingedrungen; denn die Composition ist eben nicht eine Anhäufung von Tausenden einzelner Töne, sie ist vielmehr ein harmonisches Ganzes, worin jeder einzelne Ton erst in seiner Verbindung mit allen gleichzeitigen Tönen, jeder Accord erst in seinem Verhältniß zu allen vorhergehenden und nachfolgenden beurtheilt werden kann und muß. Aber wahrlich jeder Thier- und Pflanzenorganismus stellt nicht weniger ein harmonisches Ganzes dar, „worin die einzelnen Thatsachen nicht an und für sich, sondern eben nur in ihrer geschichtlichen Verbindung mit allen übrigen genügend aufgefaßt werden kann und muß". Wie in der Symphonie die Töne, so lösen im organischen Leben sich die Formtheile gegenseitig ab, und geschieht ihr Wechsel immer und überall nach festen Regeln. In jedem gegebenen Momente steht der Organismus mit seinen einzelnen Organen da wie ein vollständiger, harmonischer Accord; in seiner Veränderlichkeit von einem Momente zum andern tritt er als eine Reihefolge dergleichen harmonischer Accorde auf, sein ganzer Lebenslauf ist eine große Harmonie. Auch der Zoologe und Botaniker vermag also, aus der gegebenen Form eines Thieres und einer Pflanze, die früheren und späteren Zustände sogar jedes einzelnen Organs anzugeben. Aus dem gespaltenen Hufe weiß der Zoologe nicht nur zu schließen, daß das Thier mit diesem Hufe keine Vorderzähne im Oberkiefer, einen viertheiligen Magen, kurz den ganzen sehr characteristischen Bau der Wiederkäuer hat, er weiß auch noch wie die allgemeinen embryonischen Formen der Wirbelthiere überhaupt und der Säugethiere im Besonderen bei ihm gerade abgeändert gewesen, z. B. daß es anstatt eines Mutterkuchens viele Cotyledonen gehabt u. s. w., u. s. w.

e. Verwandlungen niederer Thiere.

In dem ersten Vortrage wurde Ihnen der Character des Lebens dargestellt. Es wurde Ihnen gezeigt, daß das Dasein der Thiere und der Pflanzen nie, wie das starre Dasein der Mineralien, ein Ruhestand zu nennen ist; daß sie nicht, wie etwa ein Krystall während seiner Bildung, durch ein fortgehendes Ansetzen von neuen Theilchen wachsen; sondern daß ihre Erhaltung vielmehr durch einen ununterbrochenen, ins Tiefste eingreifenden Wechsel der Stoffe und der Formtheile geschieht. Wir sahen den Wechsel auch auf ganze Organe sich erstrecken, wie namentlich an den Haaren, den hornigen Theilen überhaupt, den Zähnen, ja, wie wir auf die frühesten Perioden des Lebens unsere Blicke wandten, fanden wir, daß ganze Organe kommen und schwinden, während nur der Organismus selbst besteht. Eine an auffallenden Erscheinungen so reiche Lebensgeschichte, werden Sie leicht zugeben, stimmt allerdings besser mit der teleologischen Ansicht, derzufolge sich darin eine Idee kundgiebt, die sich der Stoffe mit ihren blinden Kräften bemächtigt, um dadurch in die äußere Erscheinung zu treten. Sie möchten jedoch vielleicht annehmen, daß jene Schilderung von der Lebensgeschichte der Organismen nur auf die vollkommneren anwendbar sei. Freilich wissen Sie es schon, daß der Wechsel ganzer Organe, und somit die Ernährungserscheinungen im Großen gerade ganz ausgezeichnet im Lebenslaufe der Insecten sich zeigt, namentlich in ihren sogenannten Metamorphosen, indem aus dem Ei die Larve, dann die Puppe, und aus dieser erst das vollkommene Insect hervorgeht. Jedoch möchten Sie auch diese bekannten Thatsachen noch als vereinzelte Erscheinungen im Leben der niederen Thiere betrachten. Sie werden nun gleich erfahren, daß es sich ganz anders verhält, und daß die auffallendsten Erscheinungen des organischen Lebens gerade vorzugsweise den unvollkommneren Thier-

organismen zukommen. Auf diese haben wir jetzt unsere Blicke zu wenden, um diese Betrachtungen über das Wesen und den Ursprung des Lebens abzuschließen.

Mit wenigen Worten sei es also gleich ausgesprochen, daß man in den letzten Jahrzehnden entdeckt hat, es seien Metamorphosen, durchaus nicht weniger auffallend als die längst bekannten der Insecten, sehr allgemein unter den niederen Thieren überhaupt. Von trägen an einen Fleck gebannten Muschelthieren schwimmen die eben ausgebrüteten Jungen, ganz anders geformt, als muntre Thierchen frei im Wasser herum. So auch die Jungen gewisser krebsartiger Schmarotzerthiere (Lernäen), und unter den Pflanzenthieren endlich sehen manche Thiere in ihren verschiedenen Lebensperioden sich so unähnlich, daß sie, dem Systeme nach, ganz verschiedenen Thierklassen anzugehören scheinen. Hier nur ein Paar Beispiele von den mannichfaltigen derartigen Entdeckungen neuerer Zeit.

Sie werden gewiß schon das eine oder das andere von den sonderbaren Meerthieren kennen, die man Seesterne und Seeigel (Echinodermata) nennt, sehr symmetrisch gebaut und mit einer dicken Kalkhaut bedeckt. Sie kriechen träge auf dem Meeresboden; man sollte glauben, sie wären vom Anfang bis zum Ende ihres Lebens an eine höchst beschränkte Stelle des Meeresbodens gebannt. Dem ist jedoch nicht so. Der norwegische Prediger Sars, an der Küste unweit Bergen ansäßig, entdeckte eine etwa 1½ Zoll lange, weiche cylindrische Gestalt, mit einer Schwanz- und einer Rückenflosse versehen, vorn mit 12 Fühlfäden um die Maulöffnung. Alle diese Theile waren ganz durchsichtig; am Maule saß aber ein nur etwa 1''' breites Seesternchen, stark minienroth gefärbt. Er nannte diese Thierform Bipinnaria asterigera, und es blieb lange ein Räthsel, in welchem Verhältniß das Seesternchen zu dem Thiere

selbst stünde. Das Räthsel ist jetzt gelöst. Es ist dieses Geschöpf eine Seesternlarve, von welcher der ganze weiche, freischwimmende Theil der früher gebildete, aber zugleich der früher vergängliche ist, während das Seesternchen, später gebildet, den übrigen Theil weit überleben wird. Das Verhältniß ist gerade dasselbe, wie das zwischen dem vorderen und hinteren Theil einer Froschlarve, oder wie das zwischen dem Keime und den vergänglichen Theilen des Eies. — Ganz entsprechende Entdeckungen war es Johannes Müller vorbehalten zu machen, dem gefeierten Lehrer der Physiologie in Berlin, dem diese Wissenschaft auch in allen andern Richtungen so vielfältige Bereicherung verdankt. Er fand erst am Meere um Helgoland, dann auch an der Nordküste Seelands und im Triestermeerbusen, kleine Thierchen sonderbarer Gestalt, von denen es ihm erst durch eine lange Reihe Beobachtungen möglich werden konnte es auszusprechen, daß sie Larven von Seesternen, Seeigeln und verwandten Thieren sind.

16.



Fig. 16. Stark vergrößerte Abbildung einer etwa ½ Linie großen Seeigellarve. (Nach J. Müller in den Schriften der Königl. Ak. d. Wissenschaften in Berlin 1848). Das Scheibchen a mit seinen 5 Halbringen an seinem Kreisrande ist der allein bleibende Theil dieser Larve.

f. Wiedererzeugung — Selbsttheilung.

Wir müssen jetzt eine Reihe von höchst merkwürdigen Lebenserscheinungen ins Auge fassen, die zumal bei den niederen Thieren eine große Rolle spielen, und die vor allen andern es zu beweisen scheinen, daß das ganze Ernährungsleben nur als die Durchführung eines ideellen Typus zu betrachten ist. Ich meine die Erscheinungen der Regeneration oder Neubildung von Organtheilen oder ganzen Organen nach zufälligen Verletzungen. Es können einem Krebse die abgerissenen Scheren, einer Schnecke die abgeschnittenen Fühlhörner, den Polypen sogar die eine Hälfte des ganzen Körpers wiedererzeugt werden. Dergleichen Erscheinungen erwecken beim ersten Anblick unsere Verwunderung; doch werden Sie leicht finden, daß sie im Grunde jenen Erscheinungen des jährlich hervorwachsenden Hirschgeweihes und der halbjährlichen Erneuerung der Federn und der Haare vollkommen entsprechen. Nur darin sind die Erscheinungen der eigentlichen Wiedererzeugung oder Regeneration verschieden, daß sie nicht im normalen Gange des organischen Lebens begründet sind — und eben dadurch künden sie es an, wie ganz verschieden das organische Leben von der blinden Ausführung eines unveränderlich geordneten Vorganges ist. Die Heilkräfte der Natur beruhen überhaupt auf dem Gesetz des organischen Lebens: die typische Form sämmtlicher Theile herzustellen. Bei den höheren Thieren ist es in seiner Ausführung verhältnißmäßig sehr beschränkt. Doch giebt es sich immer noch auf eine bewunderungswürdige Weise zu erkennen bei den Verletzungen der Knochen, der Blutgefäße und der Nerven. Die verletzten Theile werden hier in der That durch ganz ähnliche ersetzt, in anderen Theilen jedoch, als wie in der Haut und dem Fleische, nur durch ein unähnliches Gewebe, das die Narbe bildet.

Halten wir die Ansicht recht fest, daß jeder Organismus nur der einstweilige Repräsentant der Idee einer Art, und daß das organische Leben desselben eben nur die Ausführung dieser Idee sei! Wir haben dann zugleich die Grenzen gesetzt, die bei dem Bildungsprozesse des organischen Lebens nicht überschritten werden können. Man mag angeben, daß einem Thiere die Fühlhörner und alle Beine abgerissen und wiedererzeugt worden, wir werden es glauben können. Sagt man aber, es seien Fühlhörner an die Stelle der Beine, Beine an die der Fühlhörner getreten, so wissen wir, daß es Geschichten seien, wie die von den Menschen mit Katzen- oder Hundsköpfen und dergleichen.

Es wurde Ihnen eben die merkwürdige Reproductionskraft gewisser Polypen des süßen Wassers genannt. Sie ist besonders von einem Schweizer-Naturforscher des vorigen Jahrhunderts, Namens Trembley, untersucht worden, und es ist in der That erstaunenswerth, welche Verstümmelungen an diesen niederen Organismen geheilt und vollkommen ersetzt werden können. Wenn die eine Hälfte einem Individuum abgeschnitten worden, wuchs sie wieder hervor; der abgeschnittenen Hälfte ging es aber auf dieselbe Weise, und somit hatte er zwei Individuen aus dem einen erhalten, wie denn schon längst etwas ganz Aehnliches in der Gärtnerkunst sattsam bekannt ist. In den Trembley'schen Versuchen entsprachen die wiedererzeugten Theile immer ganz genau den abgeschnittenen, und die zwei Individuen, die aus dem einen hervorgingen, waren, wie Sie sich wohl schon denken können, durchaus gleichartig. Gesetzt aber, Jemand gäbe an, er habe, anstatt des abgeschnittenen Armes eines grünen Polypen, den eines ungleichartigen Polypen hervorwachsen gesehen, oder gar die abgeschnittene Hälfte zu einem verschiedenen Thiere werden: dann würden wir es wiederum wissen, man wolle uns ins Reich der Fabeln versetzen.

Die eben erwähnten Erscheinungen der Wiedererzeugung, zumal in den Versuchen Trembley's, führen uns auf einen neuen und sehr wichtigen Satz aus der Lehre vom Leben. Wenn im Lebenslaufe eines Thieres irgend ein Organ abgebrochen und wiedererzeugt ist, so hat sich ja die Ausführung der herrschenden Idee hinsichtlich dieses einen Organs wiederholt; und wenn durch die Theilung des einen Polypen zwei entstanden, so ist dadurch ja die ganze Ausführung verdoppelt. Verwechseln wir ja nicht eine solche Vermehrung der Individuen mit der eigentlichen Zeugung. Durch diese entsteht ein Ei, und jedes solches hat die Lebensgeschichte der Eltern von vorne wieder anzufangen, ist eine neue vollständige Repräsentation derselben Art. Hingegen wenn ein Polyp in zwei Polypen getheilt wird, so setzt jeder derselben nur die Lebensgeschichte des Stammpolypen weiter fort; es sind zwei Individuen, die ihre frühere Lebensperioden gemeinschaftlich durchgemacht haben. Ganz dasselbe ist auch der Fall, wenn es richtig ist, daß sogar kleinere, vom Polypen abgeschnittene Theile als vollständige Individuen auswachsen. Es ist eben nur, was aus dem Pflanzenleben längst bekannt ist in den Steckreisern, Setzlingen und wie alle dergleichen losgetrennte Theile von Pflanzen heißen, die noch fähig sind selbstständig zu bestehen. Sie sind alle nur als Zweige mit Knospen zu betrachten, und sie entfalten sich eben nur so, wie sie es auch gethan hätten, wenn sie am Stamme verblieben wären. Eine Wiedererzeugung tritt nur an dem in der Erde steckenden Ende hervor, indem sich Wurzelfasern bilden.

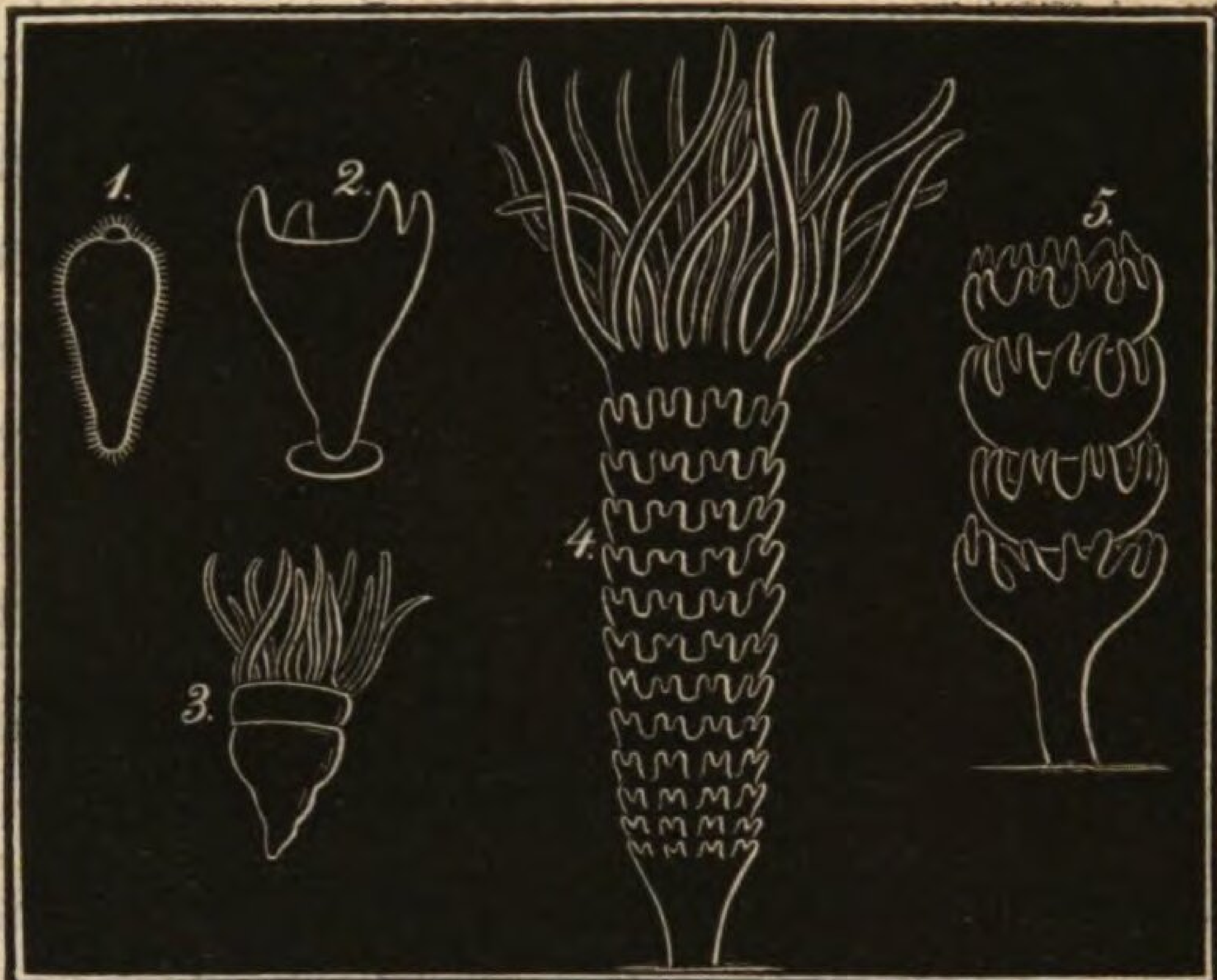
Was sich nun aus diesen Erscheinungen ergiebt, ist der sehr wichtige Satz, daß, wie strenge auch die Natur den Typus oder die Idee bewahrt, so daß aus dem Leben immer nur ein gleichartiges Leben entspringen kann, so wenig hält sie auf die Bewahrung der Individualität. Und

ist nun dieses Gesetz einmal erkannt, so ergiebt es sich leicht, wie reichhaltig es in seiner Anwendung werden kann. Es kann dann gar nicht mehr wundern, daß Pflanzen so zu sagen freiwillig Steckreiser oder Sprößlinge hervorbringen, wie dies ja im Grunde der Fall bei jedem Rosenstrauche und jeder Erdbeerenpflanze ist; und eben so wenig dürfen wir Wunder nehmen, wenn jene Polypen auch knospenartige Auswüchse erhalten, die sich lostrennen und selbstständige Polypen bilden, — natürlicherweise immer gleichartige. Nur so viel ist dabei immer zu beachten, daß dergleichen Vervielfältigungen der Individuen eine gewisse Einförmigkeit des inneren Baues voraussetzen. Sie sind vorzugsweise unter den sogenannten Pflanzenthieren zu Hause; bei anderen nur in den früheren Stadien der Entwickelung, in diesen aber, namentlich während der Keimentwickelung im Ei, auch sogar bei den höchsten Organismen ausnahmsweise wahrzunehmen.

Haben Sie sich nun erst hiermit vertraut gemacht, und vergegenwärtigen Sie sich auch noch die merkwürdigen „Metamorphosen" in den niederen Thierklassen, so werden einige neuere, hiehergehörige Endeckungen Ihnen vielleicht nicht einmal so auffallend erscheinen, wie sie in der That doch immer noch genannt werden müssen. So namentlich die Entdeckung von der Lebensgeschichte der Quallen, jener durchsichtigen, gelatinösen Meerkörper, die allen Küstenbewohnern so bekannt sind. Um Kopenhagen und in den Kanälen der Stadt kommen besonders zwei Arten, von der Form und Größe eines Tellers, im Herbste oft in solcher Menge an, daß sie den Schwimmern lästig sind. Die gemeinste von ihnen (Medusa oder Cyanea aurita) meinte man bereits ganz genau zu kennen; denn eines Theils hatte Prof. Ehrenberg sowohl ihren inneren Bau als auch die Weise, wie sie ihre Eier in eigenen Säckchen ausbrütet, sehr ausführlich beschrieben, andern Theils

war es Prof. v. Siebold gelungen, die Männchen und Weibchen zu unterscheiden, und dann auch noch verschiedene Entwickelungsstufen der jungen Individuen nachzuweisen. Da sollte es doch noch dem Pastor Sars vorbehalten sein, folgende auffallende Erscheinungen in ihrem früheren Lebenslaufe zu entdecken.

17.



Das aus dem Ei entschlüpfte Junge (1), kaum 1''' groß, bewegt sich mittelst zahlreicher Flimmerhärchen am ganzen Körper eine Weile frei im Meere, setzt sich dann an eine Meerpflanze fest, und bekommt darauf anfangs 4, dann mehre Fühlarme um die kleine Maulöffnung, wodurch es vollkommen das Ansehen eines Polypen erhält. Der Stamm des Körpers wächst nun bedeutend an und schnürt sich allmählig in

---

Fig. 17. Verwandlung und Quertheilung der jungen Medusa aurita. Nach Steenstrup: „Om Forplantning og Udvikling gjennem vexlende Generationsrækker". 1842. 1: das aus dem Ei entschlüpfte Junge, von Flimmerhärchen auf der ganzen Oberfläche besetzt; 2: dasselbe, nachdem es sich an eine Meerpflanze festgesetzt, und ihm 4 Tentakeln um die Maulöffnung entsprossen; 3: 10 Tentakeln sind vorhanden, die angehende Theilung des Stammes zeigt sich als eine Querrunzel; 4: 12 gefranzte Scheibchen sind bereits angedeutet; 5: die Scheibchen trennen sich von einander.

gefranzte Scheibchen ab; jene Fühlarme vergehen, und das ganze Pflanzenthier zerfällt in jene Scheibchen, die nun als selbstständige Thierchen umherschwimmen. Jedes dieser Scheibchen ist eine junge Qualle.

Wie ist denn dies mit dem oben aufgestellten Grundgesetze in Einklang zu bringen? „Nie", hieß es dort, „weicht die Entwickelung eines Organismus aus dem Typus einer Art in den einer andern aus". Und doch sehen wir ja hier das Junge einer Qualle zu einem Polypen werden, die Jungen dieses Polypen wiederum zu Quallen". Nicht also! Die Quallenlarve hat die Form eines Polypen, wie die Froschlarve die eines Fisches hat. Die polypenförmige Quallenlarve ist nicht eine Mutter der jungen Quallen, und zwar eben so wenig als überhaupt irgend eine Larve die Mutter des vollentwickelten Thieres ist, oder ein Ei die Mutter der Larve. Die polypenförmige Quallenlarve hat sich nur während ihrer Verwandlung, anstatt in eine, in mehre vollkommnere Individuen verwandelt — jenem zweiten Grundgesetze gemäß, daß die Natur den Typus der Art allerdings strenge aufrecht hält, gar leicht jedoch die Vermehrung seiner Repräsentation durch Vervielfältigung der Individuen gestattet. Quallen haben hier als Larven gemeinsam in einem polypenförmigen Stamme gelebt, setzen jedoch von nun an den ferneren Verlauf ihres Lebens jede für sich weiter fort, oder richtiger, die typische Lebensgeschichte hat sich gerade beim Uebergange eines Entwickelungsstadiums in das nächste in ihrer Repräsentation vervielfältigt. Das alte Gesetz aus der Lehre vom Leben, daß die Zeugung erst auf der letzten Stufe der Entwickelung stattfindet, ist demnach durch obige Entdeckung der in mehre Individuen zerfallenden Larven keineswegs widerlegt. Es würde es nur gewesen sein, wenn die Larve Theilchen abgegeben hätte, die die ganze Lebensgeschichte von

vorn wieder angefangen, erst als Eier, dann als frei herumschwimmende Jungen mit Flimmerhärchen u. s. w., doch von einem solchen unerhörten Ereigniß ist gar nicht die Rede gewesen. — Man hat nun dergleichen sich vermehrende Larven, es mögen bei der Vermehrung vergängliche Organe abgestoßen werden oder nicht, „Ammen“ genannt, welche Benennung allenfalls eben so gut ist, als die älteren Benennungen: „Larven“ und „Puppen“. Das Ereigniß selbst ist von meinem geistreichen Collegen, Prof. Steenstrup in Kopenhagen, Generationswechsel benannt worden, welche Benennung eben nur so verstanden werden darf, daß zwei verschiedene Vermehrungsformen in der Lebensgeschichte einer und derselben Art Statt finden.

g. Ursprung des Lebens.

Sollte es mir nun gelungen sein, Ihnen die höchst wichtigen Sätze verdeutlicht zu haben, die ich heute vorgetragen, so wären wir jetzt an die Scheidegrenze gelangt, wo wir uns noch einmal jene zwei Hauptfragen ins Gedächtniß rufen müssen, die in der Einleitung unter allen Fragen an die Lehre vom Leben obenan gestellt wurden, die großen Fragen: **was ist das eigentliche Wesen, wie der eigentliche Ursprung des Lebens?** Diese Fragen zu beantworten fühlen wir uns jetzt zunächst aufgefordert. In dem ersten Vortrage wurden Ihnen die das Leben überhaupt characterisirenden Erscheinungen dargestellt; im zweiten wurde gezeigt, daß jede dieser Erscheinungen an und für sich den allgemeinen Gesetzen der Natur gehorche, in dem heutigen, daß jedoch die Gesammtheit der Lebenserscheinungen nur als die Ausführung einer Idee aufzufassen sei, nämlich als die Ausführung der der Art überhaupt eigenthümlichen Lebensgeschichte. Daneben wurden nun zwei Hauptgesetze aus der Lehre vom Leben festgestellt: 1) daß

die Ausführung eines Lebenstypus in einem Individuum zwar sehr bedeutend abgeändert werden kann, jedoch nie auf die Weise, daß sie zur Ausführung des Lebenstypus einer verschiedenen Art würde, und 2) daß wo der Lebenstypus einmal vorhanden, da ist seine Ausführung keineswegs der Zahl nach beschränkt, da kann sie vielmehr, anfangs einfach, im Verlaufe sich vervielfältigen.

Diese beiden Gesetze wurden Hauptgesetze aus der Lehre vom Leben genannt, und es ist mir sehr daran gelegen, daß sie bei Ihnen Anklang und festen Boden gefunden; denn nur dann darf ich hoffen, daß Sie mir auch noch folgen werden bei meinem Versuche, jene beiden großen Fragen zu lösen.

Wie der Ursprung des Lebens? ist eine Frage, die, wenn sonst jene beiden Sätze fest stehen, im Grunde ganz leicht zu beantworten ist. Die Antwort wird eben die sein, die im Allgemeinen von jedem Ungelehrten gegeben wird, nämlich: daß die Thiere und die Pflanzen aus ganz ähnlichen Thieren und Pflanzen entsprungen sind, daß, mit andern Worten, jedes Leben seinen Ursprung aus einem gleichartigen Leben hat. Wenn nämlich, jenem ersten Hauptgesetze gemäß, aus einem Organismus nur ein anderer gleichartiger entspringen kann, so kann er selbst auch nur aus einem gleichartigen entsprungen sein, und so wie wir alle wissen, daß dies von den höheren Thieren gilt, so würde es nothwendig von sämmtlichen Thieren und Pflanzen gelten müssen.

„Ja", höre ich hier die Anhänger der physikalischen Ansicht vom Leben entgegnen, „so allerdings deiner Ansicht gemäß, aber eben deshalb muß auch deine Ansicht fallen; denn es geht doch nun einmal nicht, eine generatio æquivoca oder, mit andern Worten, das Dasein elternloser Thiere und Pflanzen gänzlich zu leugnen. Uns hingegen, die wir annehmen, daß Organismen weiter nichts sind als eine Sammlung von Zellen,

diese weiter nichts als Krystalle, aus der blindwirkenden Bildungskraft der Stoffe selbst hervorgegangen, uns kann es gar nicht befremdend erscheinen, daß Eingeweidewürmer in den lebenden Thieren, Infusorien in stehenden Gewässern, und auch wohl künstliche Zellen aus dem Zusammenschütteln gewisser Stoffe gebildet werden".

Da mögen nun wohl neue Zweifel sich geltend machen wider die Ansicht, für die wir das Wort zu führen uns nun einmal vorgenommen. Es darf uns nicht unbedingt darum zu thun sein, daß diese Ansicht gerechtfertigt werde, sondern nur darum, daß wir erfahren, ob sie richtig ist, oder nicht, und hier hat sie, wie es scheint, ihre Probe zu bestehen. Gehen wir denn rasch ans Werk, um die Entscheidung, wo möglich, zu erfahren!

Vorerst nehmen wir jene „künstlichen Zellen" mal wieder vor! Wahrlich mit ihnen können wir bald fertig werden. Wenn man Eiweiß und Oel zusammenschüttelt, werden Kügelchen gebildet, wovon jedes aus einem Oeltropfen mit einer Eiweißhülle besteht, höchst ähnlich einer Fettzelle. Eben nur der Zellenkern scheint ihnen zu fehlen. — Ja, eben nur der Kern! und mit dem Kerne die ganze frühere Geschichte der Zelle, als deren Zeuge eben der Kern dasitzt, so wie ihr auch die spätere Geschichte einer Zelle ewig fremd bleiben wird. Gelange man auch endlich dahin, eine künstliche Zelle mit Zellenkern zu bilden! neben der wirklichen Zelle mit ihrer Entwickelungsgeschichte wird diese künstliche immer noch gerade so nichtssagend daliegen, wie eine „künstliche Ruine" neben den Trümmern eines antiken Gebäudes, und neben derselben Zelle mit ihrer bevorstehenden Entwickelung eben so schal und leer, wie eine Puppe neben dem Kinde in der Wiege.

Wir schreiten nun an die vermeintliche Selbstbildung der Infusorien.

h. Ursprung der Infusorien.

Man kann sich wohl das Staunen der Naturforscher am Schlusse des 17ten Jahrhunderts denken, als der holländische Mikroskopist Leeuwenhoek, kurz nachdem das Mikroskop selbst erfunden worden, das Wasser von kleinen Thierchen so angefüllt fand, daß ein Tropfen mehre Millionen (nach Ehrenberg sogar bis 500 Millionen) in sich fassen kann! Wenn nun jener treffliche Polarreisende, Scoresby, angiebt, daß die verschiedene Farbe des Polarmeeres auf verschiedenen Tiefen von dergleichen winzigen Geschöpfen herrührt, wer möchte es dann wohl versuchen, ihre etwaige Anzahl zu bestimmen? — Wunderbar wie das Dasein eines solchen bis dahin ganz unbekannten Lebens erscheinen mußte, schien der Ursprung desselben nicht weniger räthselhaft. Nichts ist leichter zu erhalten, als gerade Infusorien, besonders im Sommer. Will man sie nicht von dem nächsten Graben beziehen, so braucht man nur etwas Wasser, mit etwas Wenigem irgend eines organischen Stoffes frei an der Luft stehen zu lassen. Es mag roh oder gekocht, frisch oder faul sein — viele Tage wird es nicht dauern, bevor sich das Wasser ganz voll von Infusorien zeigt.

Die Einbildungskraft mancher Naturforscher hatte an dieser neuentdeckten Welt von Geschöpfen einen unermeßlichen Spielraum gewonnen. Wenn Einige (Bonnet, Spallanzani) sie für wirkliche Thiere hielten, die auf gewöhnliche Weise von gleichartigen Thieren ihren Ursprung hätten, so sahen Andre (Needham, Buffon) sie für bloße organische Theilchen (Moleküle) an, die durch das Zerfallen der Thier- und Pflanzenkörper sich freigemacht und nun auf eigene Hand umherschwärmten. Recht gründliche Untersuchungen über sie wurden vielleicht nur von dem dänischen Naturforscher Otto Friedrich Müller angestellt. Es ergaben sich daraus die zwei Hauptsätze: 1) daß die Infusorien nicht weniger als alle

andere Thiere bestimmte Arten (Species) bilden, und 2) daß sie zum Theil einen deutlich erkennbaren inneren Bau bekunden. Diese Sätze waren von entscheidender Wichtigkeit, jedoch beachtete man sie viel weniger als die Traumgebilde mancher beredsamer Schwärmer. Man meinte gefunden zu haben, daß diese lebendigen Moleküle ganz abhängig wären von der Beschaffenheit des angewandten organischen Stoffes, von der Stärke des Lichtes, der Temperatur, kurz von den äußeren Einflüssen überhaupt. Man nahm sie buchstäblich für „Infusionsthierchen" an, das heißt: für Wesen, die man nach Belieben durch Begießung organischer Stoffe bilden könnte; man behauptete sogar, sie durch Begießung des Granits mit destillirtem Wasser und bei Zutritt einer der Glühhitze ausgesetzten Luft gebildet zu haben; nur der vier „Elemente" der Alten bedürfe es: der Erde, des Wassers, der Luft und der Wärme — und sie sind da! Ist ein Graben ganz ausgetrocknet, und es kommt ein Regenschauer, so vergehen nicht viele Tage, und in dem so kürzlich von den Wolken herabgestürzten Wasser wimmelt es von Billionen dergleichen Thierchen. Die Natur zeige also im Großen, was im Kleinen ein Jeder selbst nachmachen kann. So ward über die Natur „philosophirt" —

Da fuhr ein Lichtstrahl durchs Dunkel. Es waren die großen Entdeckungen Christian Gottfried Ehrenberg's (1828 —1830). Verscheucht wurden jene Traumbilder. Fest standen nur die beiden Hauptsätze Otto Friedrich Müller's, diese jedoch fester noch, als er sebst es geahndet haben mag. Die Infusorien bekunden nicht nur zum Theil eine innere Structur; sie sind alle — auch die kleinsten Monaden nicht ausgenommen, deren 500 Millionen in einem Tröpfchen Wasser Platz finden — wenigstens mit einem Maule und mit Höhlen versehen, worin das aufgenommene Futter verdaut wird. Dies ergiebt sich, so wie man dem Wassertropfen, worin dergleichen

Fig. 18.

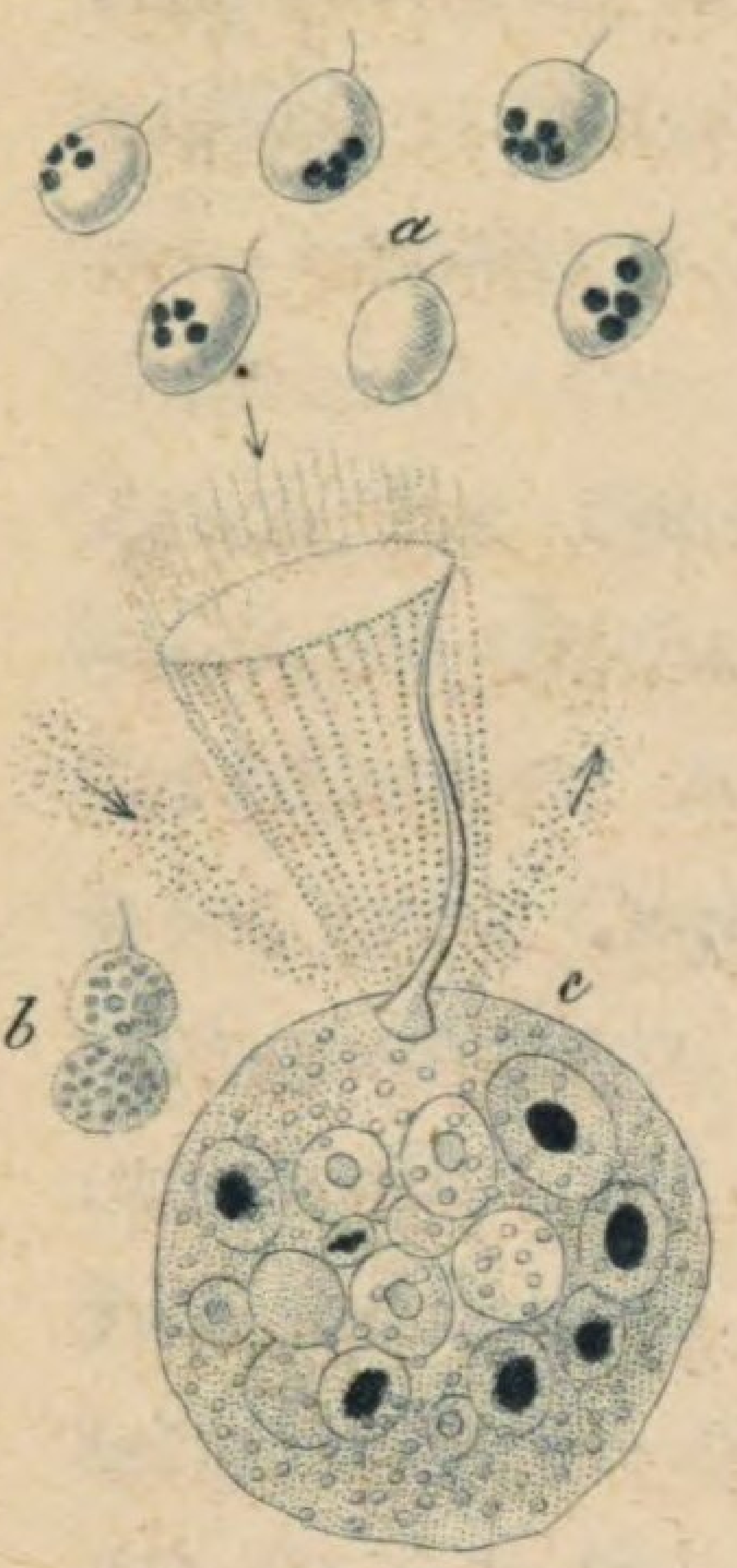


Fig. 19.

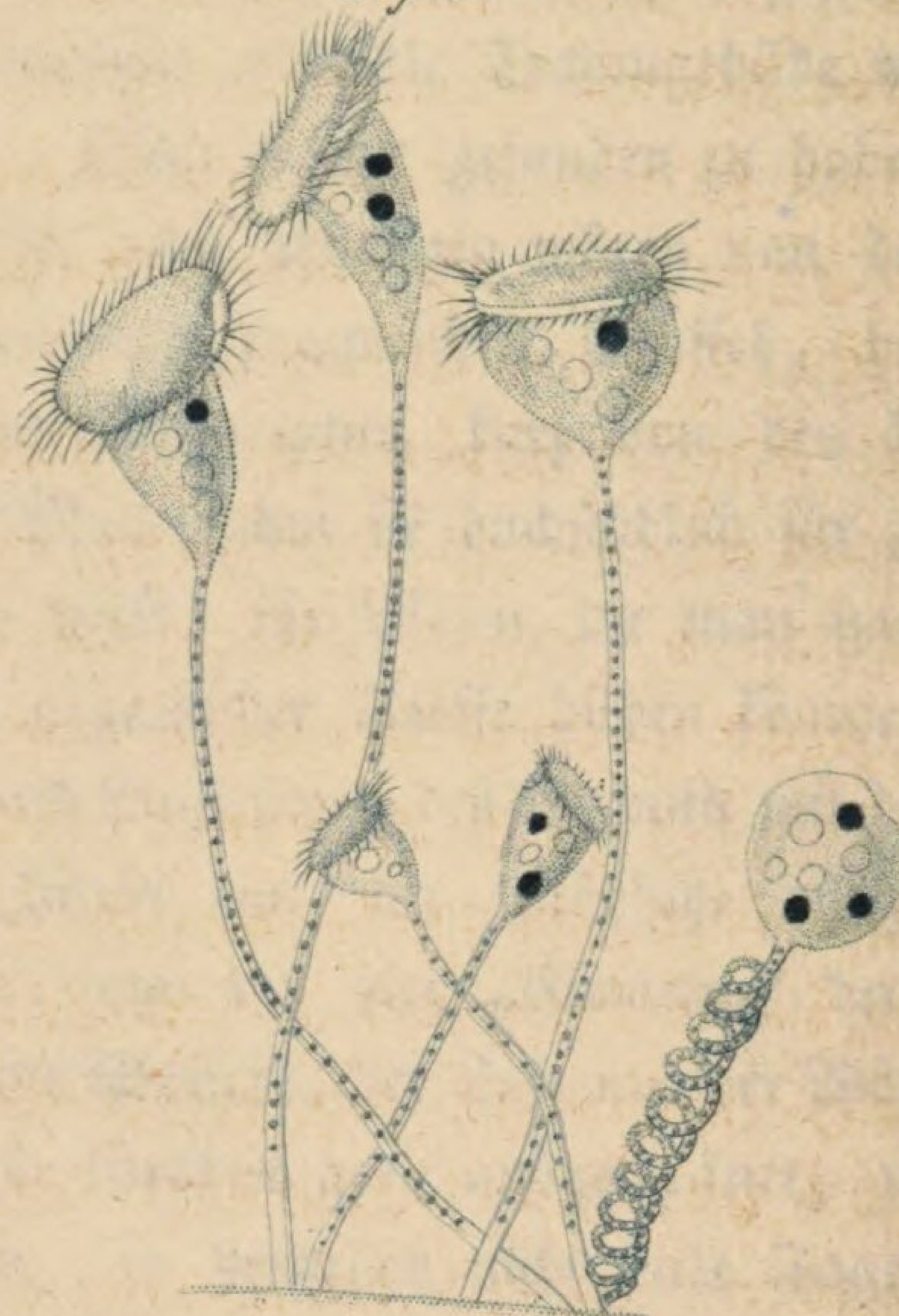
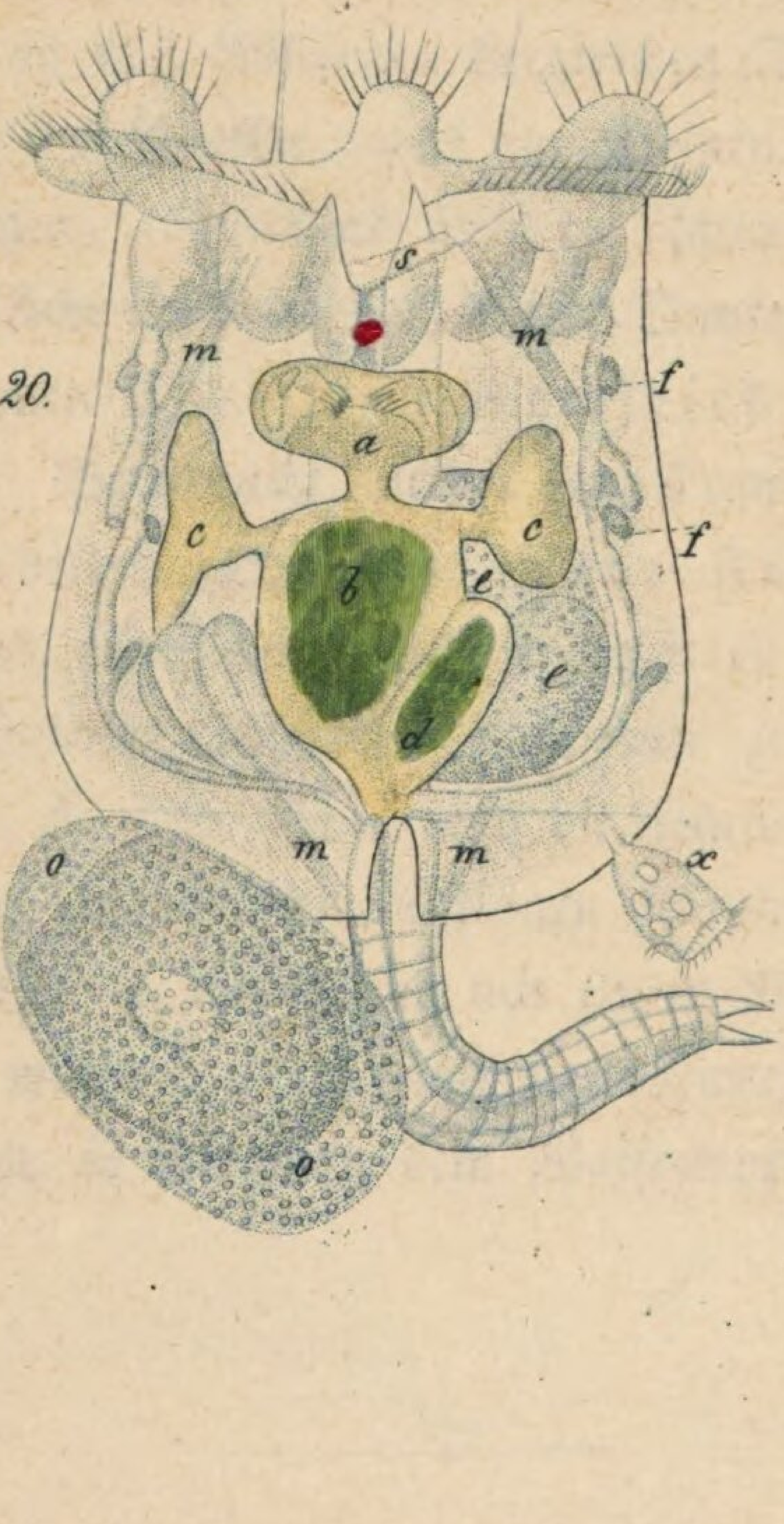


Fig. 20.



Thierchen eben unter dem Mikroskope beobachtet werden, ein Bißchen irgend eines stark gefärbten Pflanzenstoffes zusetzt (z. B. Indigo). An einer ganz bestimmten Stelle ihres Körpers treten dann alsbald Flimmerhärchen in Bewegung, und erwecken einen Strudel im gefärbten Wasser, wodurch es gerade an dieser selben Stelle des Körpers hineintritt und jene inneren Höhlen mehr oder weniger anfüllt.

Unter den Infusionsthierchen wurden früher alle Thiergestalten gerechnet, die zu klein sind, um vom unbewaffneten Auge erkannt zu werden. Unter diesen winzigen Geschöpfen giebt es jedoch in allen Gewässern auch die Fülle von krebsartigen Thierchen, jetzt Räderthierchen genannt, deren ganzer Bau schon sehr vollkommen ist. Sie haben nicht nur sehr ausgebildete Kiefer mit Zähnen besetzt, Schlund, Magen, Darm, Drüsen, sondern auch sehr deutliche Muskeln, Nerven, ja ein durch seine rothe Farbe stark abstechendes Auge. Auch legen sie Eier, woraus die Jungen alsbald herauskriechen, während die eigentlichen Infusionsthierchen sich nur dadurch vermehren, daß sie in mehre Individuen zerfallen.

Fig. 18. Monas guttula oder Tropfenmonade, $\frac{1}{192}'''$ im Durchmesser. a: ein leeres (hungriges) Individuum, umgeben von farbig genährten, bei 450 maliger Vergrößerung; b: ein in Quertheilung befindliches Individuum mit vielen sehr kleinen Magenzellen; c: 2000 malige Vergrößerung der konischen Bewegung seines Rüssels und der dadurch bewirkten Strömung.

Fig. 19. Gruppe von Vorticella (picta), Infusionsthierchen, die anfangs einem spiralförmig zusammenschnellenden Stiele aufsitzen, nach der ersten Selbsttheilung jedoch sich von diesem losreißen und frei umher schwimmen. Die ganze Gruppe mit Indigo gefüttert. 300 malige Vergrößerung.

Fig. 20. Brachionus urceolaris, ein Räderthierchen, $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{8}'''$ lang. a: die Mundhöhle mit ihren quergestellten Kiefern; die Zähne kammförmig; b: Magen, mit 2 Seitentaschen: c, c; d: der sehr kurze Darm; s: Athemröhre; f, f: Kiemen; m, m: Muskeln; e, e: Eierstock; o, o: Eier; x: ein noch gestieltes Infusionsthierchen (Carchesium pygmæum).

Alle drei Figuren nach Ehrenberg: „die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen".

Die Deutung, die Ehrenberg von den entdeckten Organen der Infusionsthierchen gegeben, ist, wie dies schon voraus zu erwarten war, mancher Abänderung unterworfen worden. Auch hat man erwiesen, daß es doch immer noch thierische Gestalten so einfachen Baues gebe, daß ihnen weder ein Maul, noch Eingeweide zugesprochen werden können, und bereits sind Ihnen die Gregarinen als Beispiel solcher genannt worden. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, daß dergleichen Gestalten nur die ersten Larvenformen von ganz andern niederen Thieren sind.

Jetzt nur noch einige von den Entdeckungen Ehrenberg's hinsichtlich des Ursprungs dieser Thierchen!

Die ebengenannten Räderthierchen stellen sich nicht weniger willig ein, wenn das Wasser, mit Pflanzentheilchen geschwängert, der Sommerwärme ausgesetzt ist. Es kann so angefüllt von ihnen werden, daß es dadurch eine milchige Farbe annimmt. Wo sollten diese Billionen im Laufe weniger Tage alle herkommen? Dergleichen Fragen lassen sich nun gar nicht mittelst der Einbildungskraft errathen. Nur durch die unmittelbare Beobachtung, darf man hoffen, sie beantwortet zu erhalten. Hören wir, wie weit man auf diesem Wege hinsichtlich dieser Thierchen gekommen.

Der gefeierte Ehrenberg stellte sich erst die Frage, wie lange wohl diese Thierchen leben können? Er wußte, auf welchem Wege er sie beantwortet haben müsse; er sah es sehr gut ein, daß seine Vorgänger eben durch den ungeheuren Reichthum an Individuen verhindert worden, die Individuen selbst hinlänglich scharf ins Auge zu fassen. Es gelang ihm, ein Individuum von diesen Räderthierchen (eine Hydatina senta) in eine sehr dünne Glasröhre aufzufangen, worin er das Wasser im voraus vollkommen rein von organischen Körperchen befunden hatte. Seinem geübten, scharfen Auge wurde es

bald ein Leichtes, durch ein einfaches Vergrößerungsglas das Thierchen immer schnell aufzufinden und zu verschiedenen Malen Tag und Nacht zu bewachen. Es wunderte ihn schon, daß es sich 10 Tage lang am Leben hielt. Unterdessen hatte es Eier gelegt; aus diesen waren neue ähnlich gebaute Individuen entstanden, und am 10ten Tage hatte er sofort 9 gleichartige Thierchen in seiner Röhre. Sie wurden jedoch immer blasser, ihre Bewegungen matter, und am 11ten Tage waren sie alle todt. — Zehn Tage kann sich also ein solches Thierchen am Leben erhalten. Sollte es nicht im freien Zustande noch längere Zeit leben können? Das Wasser, worin es wie ein Gefangener saß, war, wie gesagt, ganz frei von organischen Theilchen — war es vielleicht mit seiner Brut Hungers gestorben? Dies mußte untersucht werden. Ehrenberg setzte nun ein neues dieser Räderthiere in die Röhre, nahm darauf einige Tropfen Wasser, worin sich unzählige der kleinsten Infusionsthierchen befanden, und that sie in dieselbe Röhre hinein. Kaum fing das Wasser an, dadurch grün gefärbt zu werden, als auch der kleine Gefangene seinen Flimmerkranz um die Maulöffnung in eine heftige Schwingung versetzte. Das grüngefärbte Wasser strömte ins Maul, und von da in den Magen. Das Thierchen selbst aber wurde von nun an weit lebhafter, und es vermehrte sich darauf so stark, daß im Durchschnitt jedes Individuum für jeden Tag 3 bis 4 Jungen bekam, von denen jedes selbst wiederum bereits am nächsten Tage zwei hatte. Die Zahl der Individuen wuchs also tagtäglich ums vierfache, und in der That waren sie am 6ten Tage gar nicht mehr zu zählen. Berechnen wir es einmal, wie viele Individuen im Laufe von 10 Tagen durch eine solche tägliche vierfache Vermehrung aus einem Individuum hervorgehen müssen — es macht 1,048,576 Individuen! — Und doch geht die Vermehrung der eigentlichen Infusionsthiere

durch Spaltung oder Zertheilung ihres Körpers noch schneller von Statten. Ein Individuum kann sich in einer Woche bereits in eine Million von Individuen zertheilt haben, in 14 Tagen in eine Billion, in 3 Wochen in eine Quadrillion! — Wahrlich! da wird das Erscheinen jener Billionen im frisch angefüllten Graben uns auf einmal ein Phänomen, wozu wir keinesweges eine Herkunft auf ungewöhnlichem Wege anzunehmen haben. Wie vollständig jener Graben auch ausgetrocknet gewesen, ein Tröpfchen Wasser mag doch wohl immer noch darin übrig geblieben sein. Darin 500 Millionen Infusorien angenommen, hat man nach 8 Tagen schon die 500 jener Billionen! Jedoch kann man auch noch von diesem Tröpfchen hinwegsehen; denn die Infusionsthierchen sind nicht gleich todt, weil sie eben vertrocknet worden. Der Regenguß wird sie wieder ins Leben rufen können, so wie es in jenen Versuchen von Prof. Schultze der Fall war mit den 7 Jahre lang vertrockneten Thierchen. Es hat sich auch erwiesen, namentlich durch die Beobachtungen des englischen Reisenden Charles Darwin, daß der vom Sturmwinde bis über die Tiefen des atlantischen Meeres geführte Staub vertrocknete Thierchen enthalten kann, deren Lebensfähigkeit noch nicht erloschen. — Wer hat sich dergleichen etwas wohl voraus gedacht?

Großartig, wie die Entdeckungen Ehrenberg's an und für sich waren, wurden sie es auch in ihren unmittelbaren und mittelbaren Folgen. Die generatio æquivoca, die in manchen Ländern nie recht Anklang gefunden, am wenigsten in England, war, wie jene Entdeckungen ans Licht traten, in Deutschland ganz allgemein angenommen. Von nun an tauchten auch hier immer mehr Zweifler und Gegner dieser Meinung auf. Das Mikroskop kam hoch in Ehren, und daraus entsprang die mit Schwann beginnende Epoche in der Wissenschaft, die im vorigen Vortrage geschildert worden.

„Es mögen aber nun auch die Infusorien in sehr vielen Fällen von ähnlichen Thieren ihren Ursprung haben; dennoch bleibt solches in gar vielen anderen Fällen immer noch unerwiesen, und es ist gar kein Grund, ihre Selbstbildung leugnen zu wollen, so lange eine solche doch überhaupt angenommen werden muß, wie dies doch wohl allerdings der Fall mit den Eingeweidewürmern ist". — Dies wäre doch wohl etwas genauer zu untersuchen, und Sie werden hoffentlich nicht gar zu viel dawider haben, mich in dieser Untersuchung zu begleiten. Es soll keineswegs in Abrede gestellt sein, daß die Eingeweidewürmer widerliche Geschöpfe sind. Wie sonderbar dies aber auch klingen mag, gerade ihr Lebenslauf gewährt die allerinteressantesten Anhaltspunkte. Auf ihrer Entstehungsweise beruht vorzugsweise die Lösung der Frage, ob es eine generatio æquivoca giebt oder nicht, und somit ob die Stoffe an und für sich eine Kraft besitzen, als Organismen sich zu gestalten, oder ob vielmehr die Idee eines Organismus nur aus Dem hervorgeht, worin die Idee bereits ausgesprochen.

Daß im Innern von lebenden Thieren verschiedene Schmarotzerthierchen nisten können, weiß ein Jeder, und hat man von jeher gewußt. Sind sie dort von selbst entstanden, oder von außen her da hinein gelangt — und dann wie? Das ist die Frage, die uns jetzt zu beantworten obliegt.

Die älteren Naturforscher nahmen diese Frage sehr leicht. Sie kannten freilich diese Wesen, die nun einmal in den Eingeweiden ihre Häuslichkeit eingerichtet, und denen wir doch nun schon deshalb eine gewisse Aufmerksamkeit widmen müssen — sie kannten die Eingeweidewürmer nur wenig. Der Spulwurm war für sie nur eine Art Regenwurm, und „warum sollten nicht Eier eines solchen mit dem Trinkwasser verschluckt werden können? Mit den Bandwürmern könnte es sich wohl

eben so verhalten". So urtheilte wer von einer generatio æquivoca nichts wissen wollte; wer hingegen eine solche annahm, der konnte es sich allerdings noch bequemer machen. — Am Schlusse des vorigen und im ersten Viertel dieses Jahrhunderts wurden nun diese Thiere Gegenstand einer überaus sorgfältigen Untersuchung, und dies fast ausschließlich in Deutschland. Einem Goeze und Zeder folgten Bremser und Rudolphi, und es ergab sich immer mehr, daß die Frage vom Ursprunge dieser Thiere nicht so leicht abzumachen ist. Wenn sie von außen in den Körper hineinkommen sollten, so müßten sie auch außerhalb des Körpers vorkommen; hier sind sie aber in der That nicht zu finden. Die Eingeweidewürmer sind Organismen ganz eigener Art; der Spulwurm namentlich, seinem ganzen Bau nach, eben so verschieden von einem Regenwurm, als beide von einer Schlange oder einem Aal. Diese Einwendung könnte schon an und für sich als entscheidend gelten. Außerdem aber trinken ja viele Menschen nie frisches Wasser; was sie genießen, ist Alles vorher gekocht und so zubereitet worden, daß darin kein Leben mehr anzunehmen ist, und dessen ungeachtet können auch bei ihnen eben so wohl wie bei Andern Eingeweidewürmer vorkommen. Es ist nun auch keinesweges bloß im Darm, daß Eingeweidewürmer vorkommen. Im Gegentheil giebt es kaum irgend ein Organ, das nicht seine Schmarotzer haben kann, und — was noch das Merkwürdigste dabei ist — jedem Organe entsprechen eigene Schmarotzerarten. So findet man in der Leber die Leberegel und den Hülsenwurm, im Fleische die Finne, in den Nieren den Palisadenwurm. Wiederum hat in der Regel jedes Thier seine eigenen Schmarotzerthiere, und sehr häufig läßt es sich bei dem ersten Blicke bestimmen, von welchem Thiere und von welchem Organe desselben er herrühre. Hier nur einzelne Beispiele aus dieser Mannichfaltigkeit.

21.

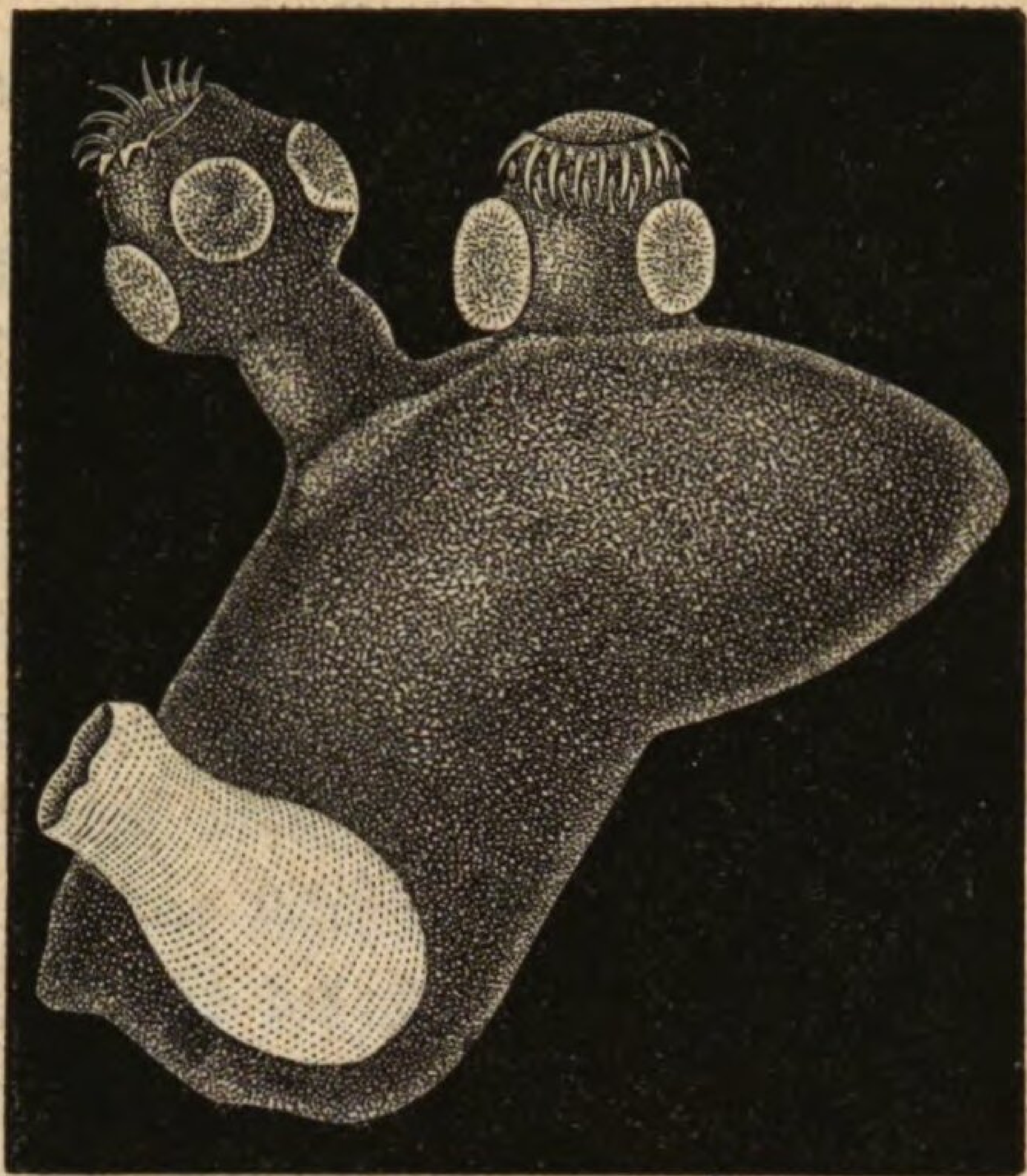


Fig. 21. Ein Stück vom Blasenwurme des Schafsgehirns (Coenurus cerebralis) mit 3 Köpfen in verschiedenen Stadien der Aus- und Einstülpung. Ungefähr 12mal vergrößert. Nach Bremser: Icones helminthum systema Rudolphii entozoologicum illustrantes. Viennæ 1824. fol. Tab. 18. Fig. 2.

22.

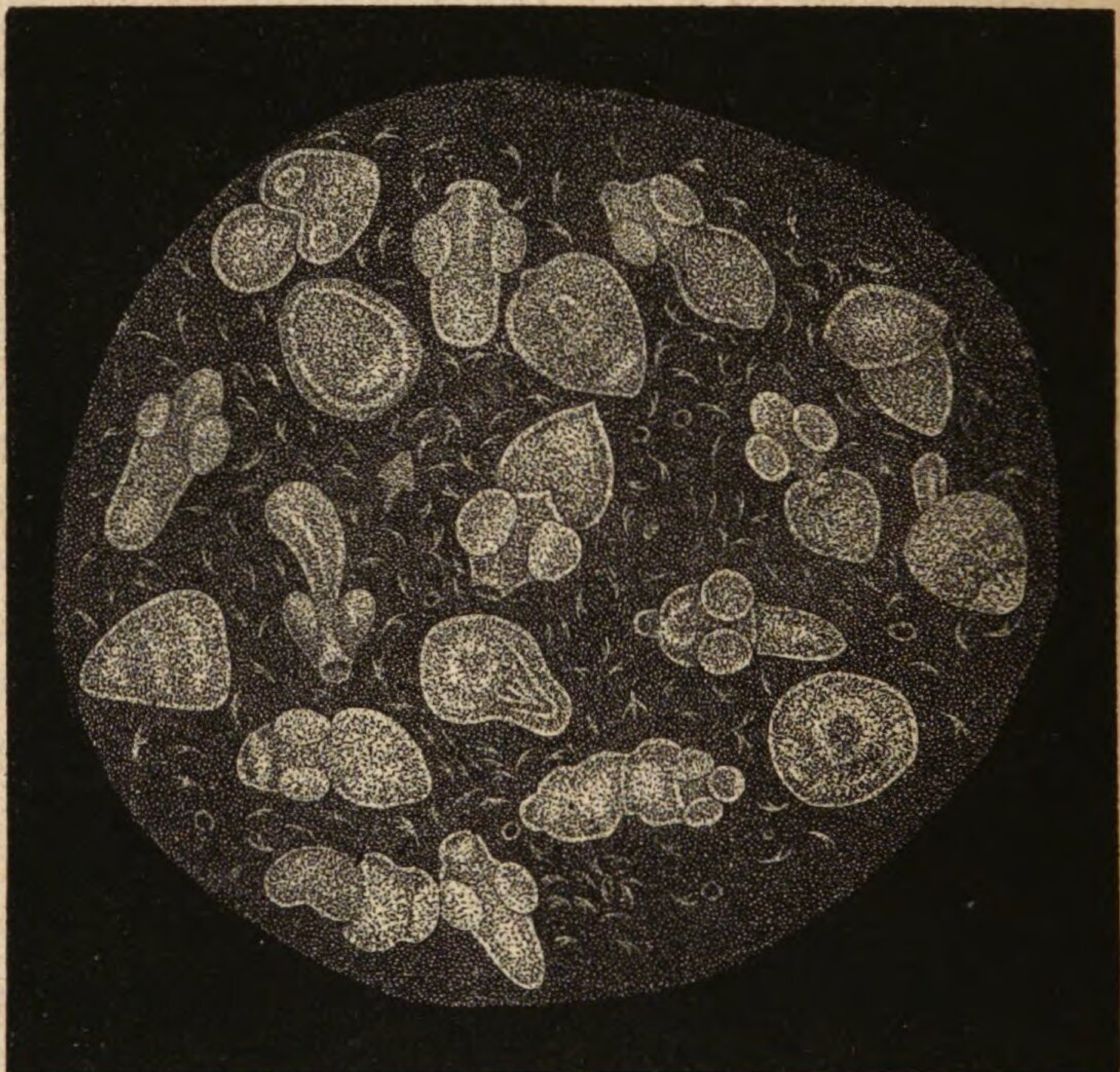


Fig. 22. Ein Tropfen von der Flüssigkeit eines Hülsenwurms (Echinococcus veterinorum) aus der Leber und Lunge von einem Kameel. Durchs Mikroskop gesehen. Ebenfalls nach Bremser: Icones helminthum. Viennæ 1824. fol. Tab. 18. fig. 6.

Eine in den Schäfereien mitunter sehr verderbliche Seuche ist die „Drehkrankheit". Sie wird so benannt, weil die daran leidenden Schafe durch eine Art von Schwindel sich immer in einer bestimmten Richtung drehen. Das eigentliche Uebel aber rührt von einem Schmarotzerthierchen her, das im Innern des Gehirns seinen Sitz hat. Es besteht aus einer hellen Blase mit wässeriger Flüssigkeit gefüllt; an der Blasenwand sitzen Gruppen von kleinen weißlichen Flecken, und besieht man diese genauer unter einem Vergrößerungsglase, so ergiebt es sich (Fig. 21), daß jeder Fleck gerade so geformt ist, wie der sogenannte Kopf eines Kettenwurms. Wer nun eine Selbstbildung unbedingt verworfen haben will, der hat allerdings große Noth, um auch nur eine Vermuthung zu äußern, wie ein solches Geschöpf in dem einen Schafsgehirn aus einem ähnlichen Geschöpfe in dem andern Schafsgehirn herkommen solle, und dies um so mehr, da auch nie irgend eine Spur von Eiern in ihnen vorgefunden worden.

In einigen Fällen läßt es sich sogar nachweisen, daß dergleichen Geschöpfe in demselben dunklen Schlupfwinkel, wo sie nisten, ihr ganzes Leben gefristet. So namentlich der Hülsenwurm, der im Innern der Leber vorkommt. Es ist ein Blasenwurm, an dessen Wand ebenfalls Kettenwurmköpfe mit Sauggrübchen und einem Hakenkranze hervorwachsen, hier jedoch an der inneren Fläche. Die Köpfe trennen sich von der Blase und verlieren allmählig ihre Haken, nehmen auch mancherlei verschiedene Formen an, und die sonst wasserhelle Flüssigkeit der Blase wird trübe durch die Masse dieser sonderbaren Gestalten und ihrer abgetrennten Häkchen (Fig. 22). Am Ende vergehen die meisten; einzelne jedoch wachsen nun selbst an als Blasen. Dieselbe Geschichte wiederholt sich in ihnen, bis zuletzt die ganze Colonie eine kalkige Natur annimmt, und in der Leber des kranken Thieres als eine Kalkmasse sich darstellt.

k. Zweifel gegen die Selbstbildung der Eingeweidewürmer.

„Da soll nun mal Einer daran glauben, daß dergleichen Geschöpfe Abkömmlinge von ähnlichen Geschöpfen im Innern anderer Thiere seien"!

Nun gut! Wir wollen vorläufig annehmen, sie seien von selbst entstanden. Wir wollen dies nicht nur für die genannten Blasenwürmer, sondern für alle Eingeweidewürmer überhaupt annehmen. Dann müssen jedoch wiederum begründete Zweifel sich bei uns erheben, wenn wir diese Thiere etwas genauer ins Auge fassen, und zwar durch folgende Umstände.

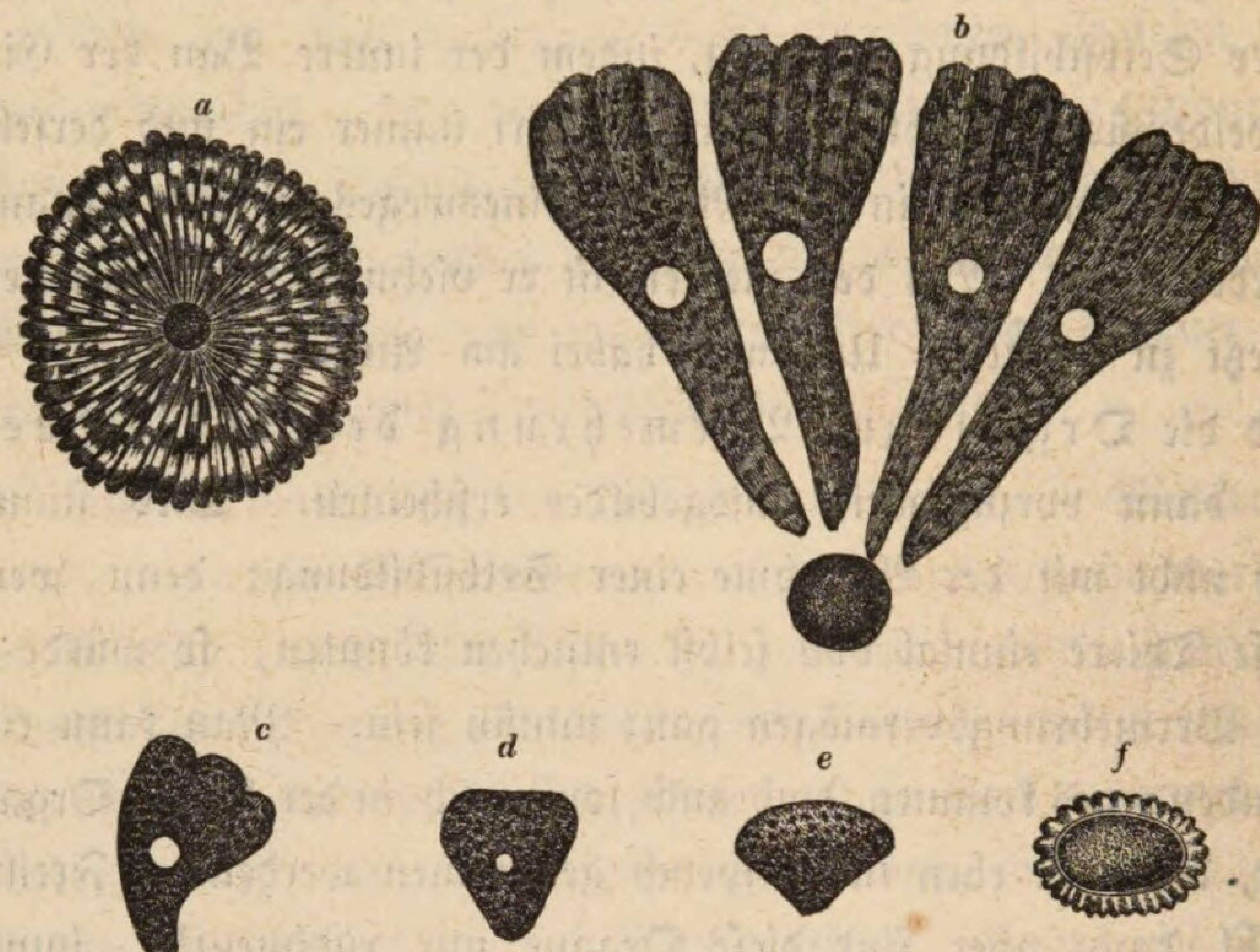
Die Selbstbildung der Infusorien gerieth in Miskredit, so wie es durch Ehrenberg vollends ausgemacht worden, daß sie nicht schwankende Formen, sondern vielmehr ganz bestimmte Arten (Species) darstellen, mit einem geregelten inneren Bau versehen, und im Stande sich sogar sehr stark zu vermehren. Dies gilt aber nun, im Ganzen genommen, allerdings auch für die Eingeweidewürmer. Weit entfernt schwankende Formen darzustellen, haben sich im Gegentheil in allen hinlänglich untersuchten Thieren immer dieselben Schmarotzer gezeigt. Der Spulwurm und die beiden Arten von menschlichen Bandwürmern sind immer dieselben in ihren äußeren Formen und ihrem ganzen inneren Bau, und so sind es die Eingeweidewürmer aller andern Thiere. Dadurch ist es auch eben, daß es möglich wird, von jedem solchen Wurme anzugeben, aus welchem Thiere und aus welchem Organe desselben er herrührt. Die vermeintliche Selbstbildung aller dieser Thiere wäre demnach durchaus nicht etwas mit der Schöpfung Analoges. Die Schöpfung ist nicht ein Hervorrufen neuer Individuen, sondern neuer Arten (Species), oder, unserer Ansicht gemäß, nicht ein Erscheinen neuer Repräsentanten eines bereits

vorhandenen Lebenstypus, sondern eine Entstehung neuer Lebenstypen, so wie ja auch die schöpfende Kunst des Musikers und Malers eben nur in der Composition liegt, nicht in der jedesmaligen Ausführung derselben.

Ein anderer Stein des Anstoßes stellt sich der Annahme einer Selbstbildung entgegen, indem der innere Bau der Eingeweidewürmer nicht nur für jede Art immer ein und derselbe ist, sondern auch in der Regel keineswegs einfach genannt werden kann. Bei den meisten ist er vielmehr sehr zusammengesetzt zu nennen. Und was dabei am Auffallendsten ist, es sind die Organe zur Vermehrung der Individuen, die dann vorzugsweise ausgebildet erscheinen. Dies stimmt gar nicht mit der Annahme einer Selbstbildung; denn wenn diese Thiere einmal von selbst entstehen könnten, so würde ja ihr Vermehrungsvermögen ganz unnütz sein. Man kann einwenden: „es kommen doch auch sonst noch in der Natur Organe vor, die nicht eben in Anspruch genommen werden". Freilich wohl, dann aber sind diese Organe nur rudimentär, immer weit weniger ausgebildet, als wo ihre Thätigkeit unumgänglich nothwendig ist. Und wie verhält es sich nun mit diesen Organen bei den Eingeweidewürmern? Sind sie als rudimentär zu betrachten? — oder sind sie etwa noch stärker ausgebildet als bei den Thieren im Allgemeinen? denn dies müßten sie doch wohl sein in dem Falle, daß ihre Brut wirklich bestimmt sei, den Lebenstypus der Art vom Untergang zu schützen. Eine Wanderung der Jungen aus den Eingeweiden eines Thieres in die eines andern müßte doch jedenfalls so voll von Gefahren sein, daß sie kaum einem von 1000 oder 1000 mal 1000 gelingen würde. Es müßte folglich jedes Individuum Millionen Abkömmlinge hervorbringen — das ist aber in der That der Fall, und verdient mit einigen Beispielen erhellt zu werden.

Der Spulwurm ist getrennten Geschlechts. Im Weibchen findet man zwei äußerst dünne, fadenförmige Eierstöcke, und in jedem von diesen sitzen die Eier zu Tausenden um einen Mittelstrang, werden dann in zwei sehr lange Eileiter,

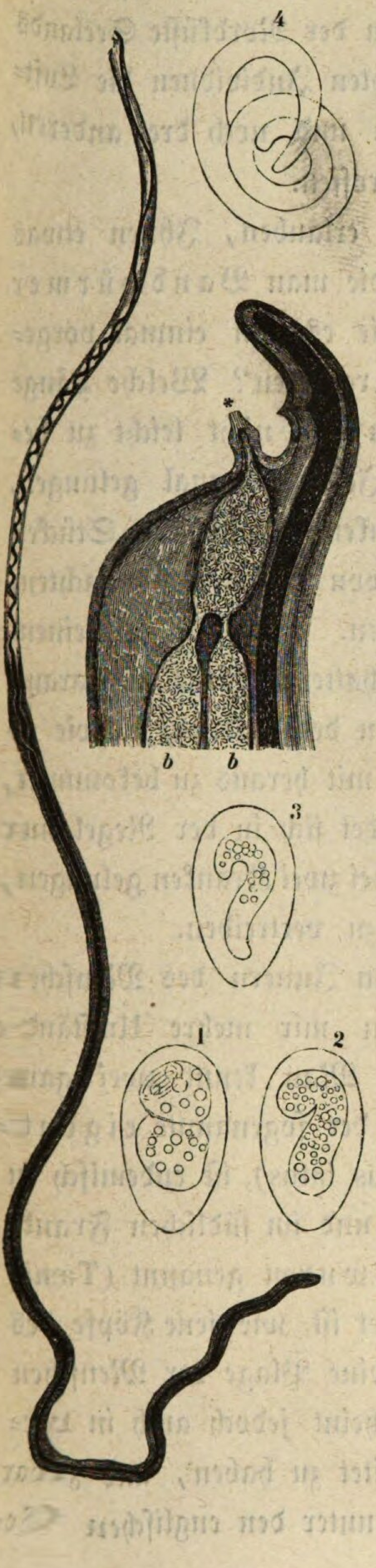
23.



und aus diesen in einen gemeinschaftlichen Behälter befördert, während sie unterdessen von der Form eines Fächers allmählig die gewöhnliche Eiform angenommen. Die Anzahl sämmtlicher Eier in einem weiblichen Spulwurme kann nicht geringer als auf mehre Millionen geschätzt werden.

Fig. 23. Eierbildung beim Spulwurm des Menschen, Ascaris lumbricoides. a: Querschnitt vom Eierstock, 250 mal vergrößert. Die länglichen Eier, etwa $\frac{1}{60}$''' lang, sitzen strahlenförmig um den Mittelstrang; b: 4 vom Mittelstrang abgetrennte Eier aus dem unteren Theile des Eierstocks, 250 mal vergrößert. Die helle Scheibe in der Mitte jedes Eies stellt das Purkinje'sche Bläschen vor. c, d, e: zeigen die allmählige Entwickelung der Eier; f: ein voll entwickeltes Ei vom Eierbehälter, mit einer kalkigen Schale und einer durchsichtigen, höckerigen Schicht auswendig versehen. (Aus einer Abhandlung von mir in Edinburgh new philosophical journal for October 1841).

24.



Daß nun diese Theile wirklich Eier sind, ergiebt sich aufs Bündigste daraus, daß einige verwandte Würmer sie im Mutterleibe ausbrüten, und somit lebendige Jungen zur Welt bringen. So z. B. ein Palisadenwurm (Strongylus inflexus) des Braunfisches.

Fig. 24. Weibchen von Strongylus inflexus, in natürlicher Größe, aus der Luftröhre vom Braunfische (Delphinus phocæna). Das Kopfende ist nach unten, das Schwanzende nach oben abgebildet. Jenes liegt, wie vergraben, in der Lungensubstanz zusammengebalgt, dieses hingegen frei in der Luftröhre. Den ganzen Leib entlang ist der Darmkanal durch die kohlenschwarze Farbe kenntlich, die von einer der Leber analogen Drüsenschicht herrührt. Von ungefähr der Mitte der Körperlänge folgen in zwei Reihen 1) die zarten, 10‴ langen Eierstöcke, 2) die überaus feinen, 2‴ langen Eileiter, 3) die beiden perlenschnurähnlichen Brütungsröhren. Sowohl jene wie diese erscheinen schneeweiß gegen den schwarzen Darmkanal. In den Brütungsröhren hat der Dotter aller Eier zunächst an den Eileitern die Form wie Fig. 1, etwas weiter davon ab wie Fig. 2, ferner wie in Fig. 3; am entgegengesetzten Ende (b, b in der vergrößerten Abbildung des Schwanzendes) liegen die Jungen zusammengebalgt wie Fig. 4. Aus den Brütungsröhren werden die bereits aus den Eiern entschlüpften Jungen in den gemeinsamen Behälter (a) entladen, welcher bei * ausmündet.

In den Frühlingsmonaten, wenn die Schaaren von diesem kleinen Wallthiere in den Isefiord an der Nordküste Seelands anlangen, habe ich in allen untersuchten Individuen die Luftröhre mehr oder weniger von diesen und noch drei anderen, kleineren Schmarotzern angefüllt getroffen.

Werden Sie mir es wohl noch erlauben, Ihnen etwas von jenen Ungethümen mitzutheilen, die man Bandwürmer nennt, und namentlich von denen, die es nun einmal vorgezogen, im Innern des Menschen zu residiren? Welche Länge ein solcher Bandwurm erreichen kann, ist nicht leicht zu bestimmen. Es ist mir vor mehren Jahren einmal gelungen, im Laufe einiger Monate einen Kranken von mehren Stücken zu befreien, die zusammen eine Länge von 10 Ellen ausmachten, und aus über 1000 Gliedern bestanden. Daß sie alle einem und demselben Bandwurm angehört hatten, meine ich daraus entnehmen zu können, daß alle Zeichen des Leidens, so wie es endlich gelang den sogenannten Kopf mit heraus zu bekommen, gänzlich aufhörten. Ueberhaupt findet sich in der Regel nur ein solcher Gast vor, doch ist es mir bei zwei Kranken gelungen, 3 vollständige Exemplare auf einmal zu vertreiben.

Daß nun diese Bandwürmer im Innern des Menschen von selbst entstehen sollten, scheinen mir mehre Umstände höchst unwahrscheinlich zu machen. Man kennt zwei ganz verschiedene Arten davon. Der eine, der sogenannte eigentliche Bandwurm (Bothryocephalus latus), ist endemisch in ganz Rußland, Polen, der Schweiz und im südlichen Frankreich; der andere, auch der Kettenwurm genannt (Tænia solium), dessen Kopf gerade so gebildet ist, wie jene Köpfe des Blasenwurms im Schafsgehirn, ist eine Plage der Menschen im ganzen nordwestlichen Europa, scheint jedoch auch in verschiedenen Tropenländern sich verbreitet zu haben, und zwar unter den Negern eben so wohl, als unter den englischen Co-

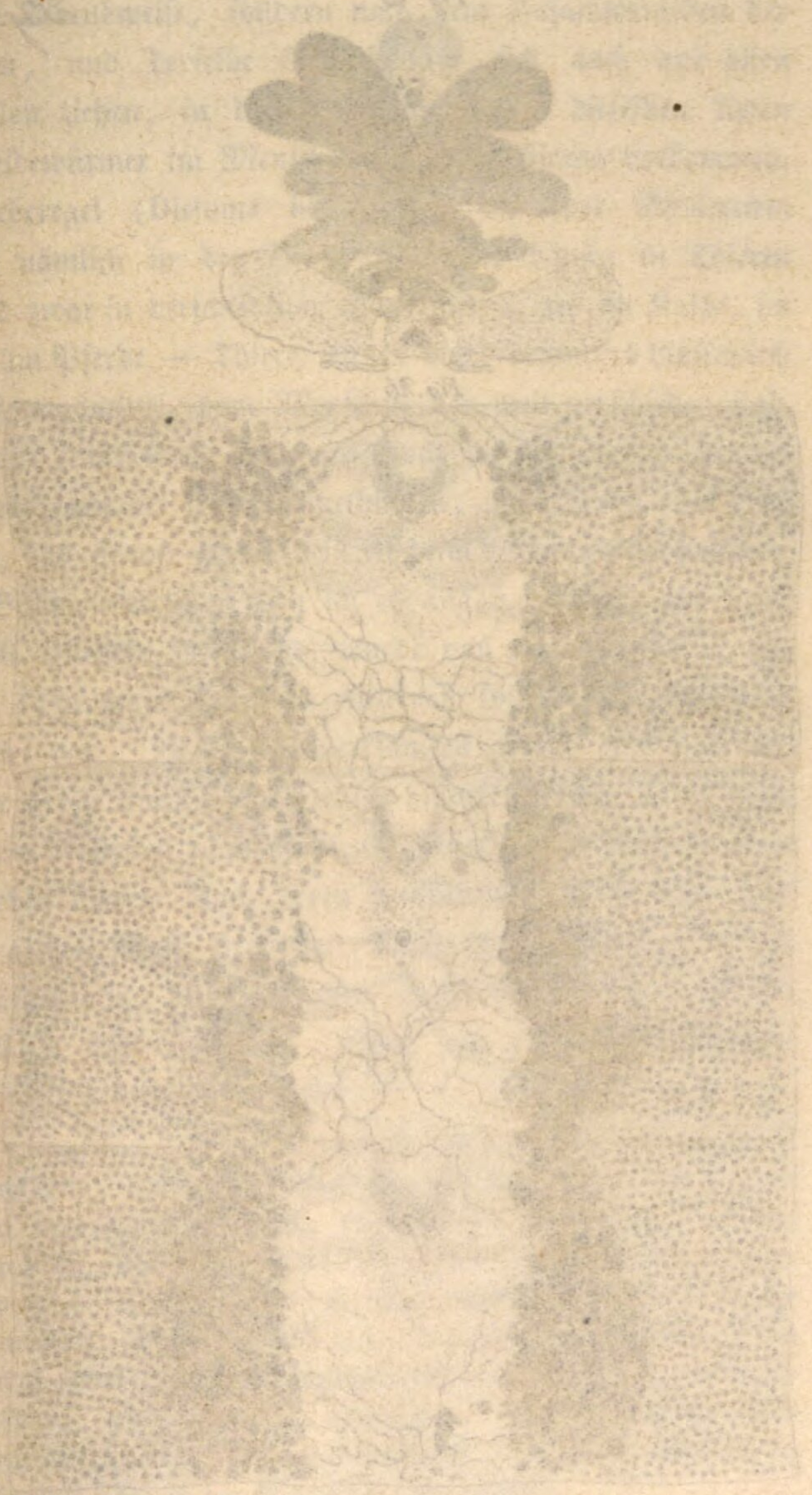


Fig. 25

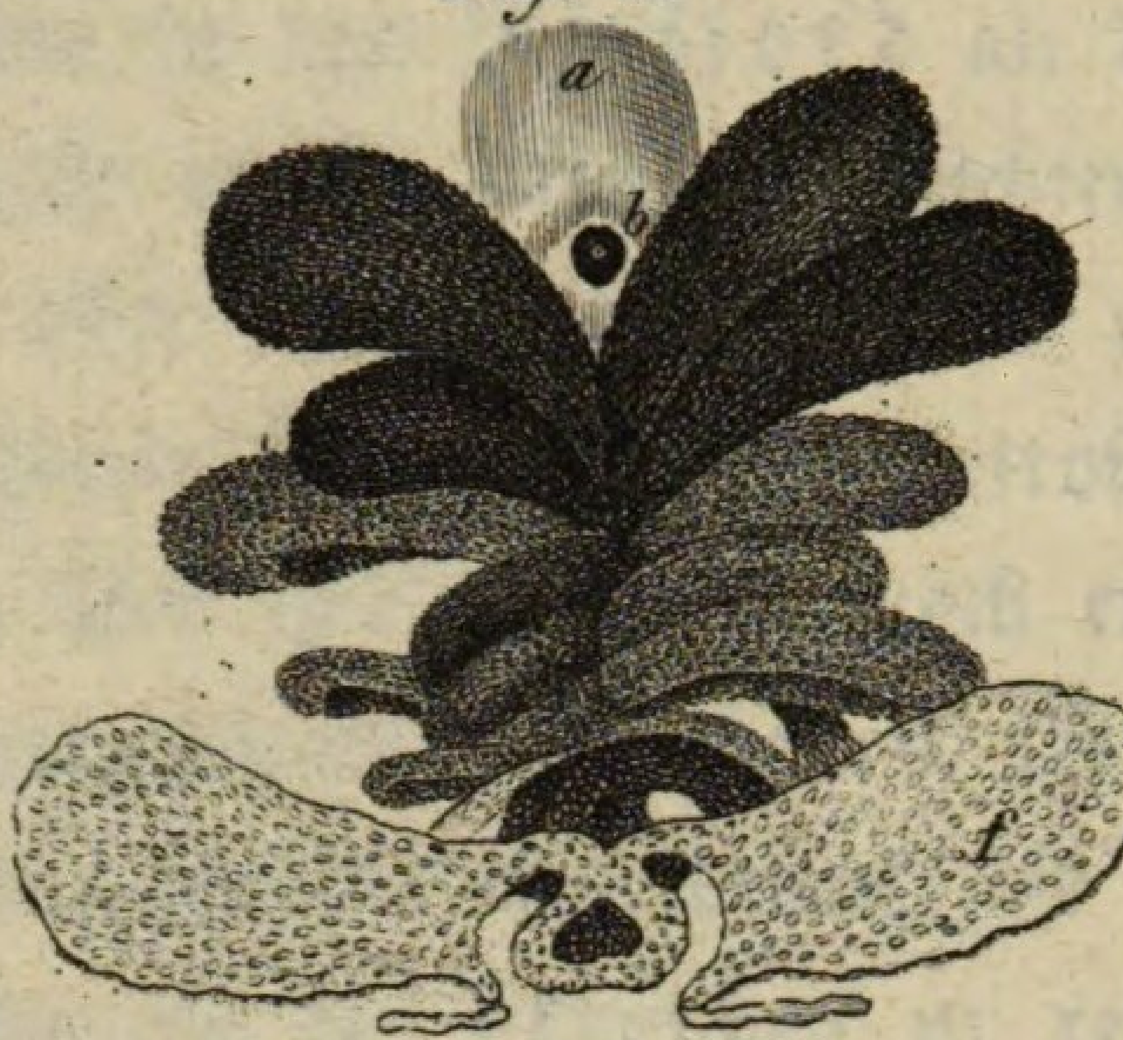
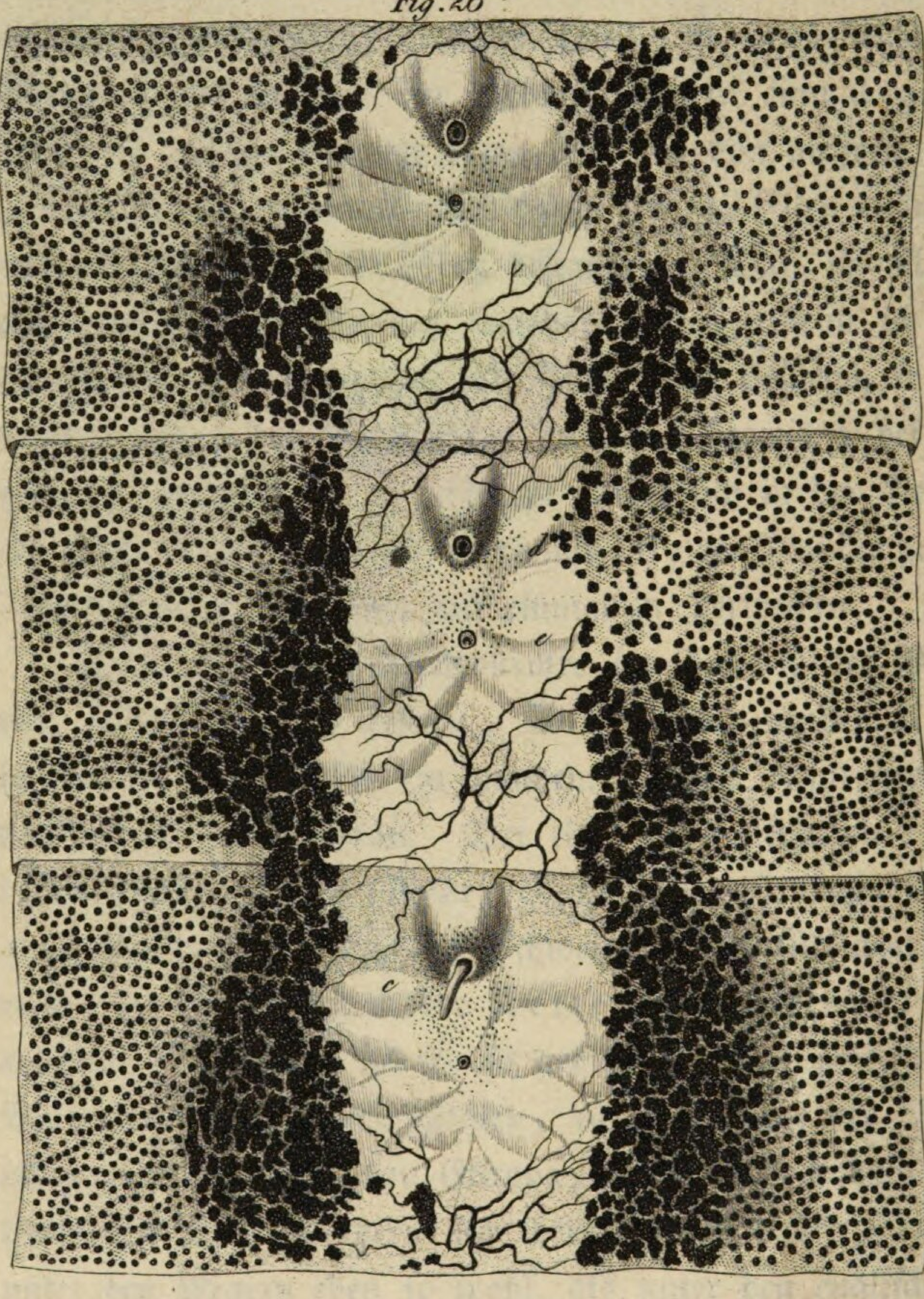


Fig. 26



lonisten. Die Verbreitung dieser Thiere richtet sich also nicht nach der Lebensweise, sondern nach dem Zusammenleben der Menschen, und derselbe Schluß läßt sich auch aus allen den Fällen ziehen, in denen ausnahmsweise dieselben Arten Eingeweidewürmer im Menschen und in Thieren vorkommen. Der Leberegel (Distoma hepaticum) und der Spulwurm kommen nämlich in der That auch ganz häufig in Thieren vor, und zwar in verschiedenen Hausthieren, als im Kalbe, im Schafe, im Pferde — Thiere, die ja doch, besonders hinsichtlich der Nahrungsmittel, vom Menschen gar weit verschieden sind.

Ganz entscheidend tritt uns noch die ungeheure Fruchtbarkeit entgegen bei jenen Ungethümen, von denen Sie eben erfuhren, daß sie nur ganz vereinzelt beim Menschen vorkommen. Jener Bandwurm, von dem ich es angab, er habe aus mehr als 1000 Gliedern bestanden, wurde von mir anatomisch untersucht. In manchen dieser einzelnen Glieder fand ich über 1000 Eier vor. Meine Aufmerksamkeit wurde auch noch auf eine sehr große Anzahl von Drüsen hingelenkt, die in den ganz reifen, am weitesten vom Kopfende befindlichen Gliedern stark aufgetrieben waren, und deren Ausführungsgänge von einer dicken, gelben Masse strotzten. Diese Gänge münden in den Eierbehälter aus, und in diesen lagen die Eier in dieselbe dicke Masse wie eingepackt. Etwa um sie zu schützen auf einer langen gefahrvollen Bahn?

Fig. 25—26. Fortpflanzungswerkzeuge des Bothryocephalus latus, 8 mal vergrößert. (Aus einer Abhandlung von mir in den Verhandlungen der Kaiserl. Leop. Carol. Akad. Bd. 19. Suppl. 2. 1841). Fig. 25. Der vielfach gewundene, von Eiern strotzende, röhrenförmige Eierbehälter; unter ihm der zweiflügelige Eierstock (f), über ihm das Säckchen (a), worin sich die Befruchtungsröhre eingestülpt hat (b). Fig. 26 Die Bauchfläche an drei der hintersten Glieder. c: die Befruchtungsröhre; d: eine dicht dahinter liegende Oeffnung; e: Oeffnung des Eierbehälters. Um diese und die Bläschenöffnung viele kleine Drüsen. Die Seitentheile von Drüsen übersäht, deren Ausführungsgänge in der Mittelgegend sich sammeln.

Können Sie mir es nun wohl verdenken, wenn ich als Gegensatz zu dem Ausrufe, womit diese Darstellung eingeleitet wurde, hier an ihrem Schlusse sage: „Da soll nun mal Einer daran zweifeln, daß dergleichen Geschöpfe Abkömmlinge von ähnlichen Geschöpfen sind"!

„Aber wie sollte doch die Würmerbrut aus dem Innern eines Thieres in das eines anderen gelangen können?" Zur Lösung dieser Frage, hat man bereits den ersten und wichtigsten Schritt gemacht. „Und worin besteht denn der?" Darin, daß man die Ueberzeugung gewonnen, die Beantwortung sei für die verschiedenen Fälle eine verschiedene, und für keinen Fall im voraus zu errathen. Sie muß jedesmal durch unmittelbare Beobachtung gefunden werden, und sollte die Annahme einer generatio æquivoca als nicht widerlegt zu betrachten sein, so lange man noch nicht die Herkunft aller Thiere und aller Pflanzen anzugeben vermag, so würde sie allerdings geduldet werden müssen, bis man endlich dahin gelange, die ganze Lebensgeschichte aller einzelnen Arten durch Beobachtung erkannt zu haben. Bis dahin müßte man sich denn damit begnügen, die generatio æquivoca immer mehr und mehr in die Enge zu treiben.

l. Veraltete Vorurtheile.

Es zeigt nun auch die Erfahrung, daß in der That, wie die Wissenschaft immer reicher an Beobachtungen geworden, so ist auch die generatio æquivoca immer mehr und mehr in die Enge getrieben, und daß sie jetzt eben nur noch auf den dunkelsten und verborgensten Wegen des Lebens vertheidigt werden kann.

Im ganzen Mittelalter wähnte man sie überall zu sehen. Nicht nur für Würmer, Weichthiere und Insecten, auch für Wirbelthiere wurde sie angenommen, und zwar nicht nur vom Volke, sondern auch von den Männern vom Fach.

Wenn nach einem starken Regenguß plötzlich eine Menge Frösche zum Vorschein kamen, glaubte man wohl, sie wären von den Wolken herabgekommen. Ganz dieselbe Meinung hatte auch noch unser gefeierter Ole Worm in der Mitte des 17ten Jahrhunderts von dem norwegischen Lemming, wenn dessen unermeßliche Schaaren ganz plötzlich sich einzustellen schienen.

Daß Aale aus dem Schlamme von selbst entstünden, meinte selbst der große Forscher des Alterthums, der Vater aller Naturwissenschaft, Aristoteles. Halten wir seine Meinung in Ehren, wenngleich sie falsch war. Sie beruhte auf einem an und für sich richtigen Grundsatz, nämlich dem, daß nichts anzunehmen ist, was nicht aus der Beobachtung selbst hervorgeht. Er hatte gefunden, daß die Aale in den Seen und Flüssen Griechenlands nie Rogen oder Laich in sich hatten, und daß die kleinen Aale im Frühjahr plötzlich wie alle auf einmal zum Vorschein kamen, und er hielt es nun für unerlaubt, hier dieselbe Entstehungsweise anzunehmen wie bei andern Fischen, also aus Eiern, bedachte aber freilich nicht, daß die entgegengesetzte Annahme, nämlich die Verwandlung des Schlammes in kleine Aale, eben so wenig auf unmittelbarer Beobachtung beruhe, und bei weitem dreister sei, indem sie auch nicht einmal die Analogie mit verwandten Thieren für sich hat. Das Thatsächliche in der Angabe des Aristoteles war übrigens so genau, daß das Räthsel der Fortpflanzungsweise der Aale erst über 2000 Jahre später gelöst worden. Anstatt daß sehr viele Meerfische um zu laichen hoch in die Flüsse hinaufsteigen, und daß die dort ausgebrüteten jungen Thiere flußabwärts ins Meer schwimmen, wandern im Gegentheil die Aale zur Laichzeit bis ins Meer herab, wie weit auch der Weg dahin sein möge, und — was gewiß noch viel auffallender erscheinen muß — die im Meere ausgebrüteten Jungen steigen im Frühjahr schaarenweise die Flüsse

hinauf. Zumal an Wassermühlen soll es sehr anmuthig zu sehen sein, wie die geschmeidigen Thierchen es vermögen, am äußersten Rande des herabstürzenden Flusses von einer kleinen Pfütze zur andern sich hinaufwindend, allmählig den Fall zu übersteigen. Hätte Aristoteles einen solchen Hergang der Sache auch nur vermuthen können, so würde er wahrscheinlich doch wohl diese Vermuthung der andern, von der Verwandlung des Schlammes, vorgezogen haben. Es fiel ihm aber auch gar nicht einmal ein, daß es also zugehen könne.

Wollen wir nun einen festen Grund gewinnen, um die Frage von der Entstehung der Eingeweidewürmer sicher abzuhandeln, so werden wir ihn zunächst in der Lehre vom Schmarotzerleben im Allgemeinen zu suchen haben.

m. Das Schmarotzerleben im Allgemeinen.

Denn das Leben und Treiben der Eingeweidewürmer ist nur ein Bruchstück des durch die ganze Natur gehenden Schmarotzerlebens. Ein großes Gesetz lautet: wo Leben gedeihen kann, da gelange es hin! und wo es nur in einer bestimmten Form gedeihen kann, da gelange es hin in dieser Form! Suchen wir erst dieses Gesetz aus dem Pflanzenleben zu erläutern! Die Pflanzen bedürfen, um zu gedeihen, durchgängig des Wassers, der Luft und der Wärme. Jeder Pflanze sind jedoch diese drei Lebensbedürfnisse nur in einem gewissen Verhältnisse am zuträglichsten. Eine Pflanze muß sehr viel Wasser haben, eine andere nur wenig; der einen ist ein frischer Luftstrom, der anderen die dumpfe Kellerluft am dienlichsten; jene gedeiht nur in der Tropenhitze, diese nur an den Eisgletschern. Das Sonnenlicht ist in der Regel den Pflanzen eine Lebensbedingung; ausnahmsweise jedoch können gewisse Pflanzenfamilien es gar nicht vertragen, so wie es mit sämmtlichen Pflanzen der Fall

ist, solange noch der zarte Keim sich aus dem Samen entfaltet. Wiederum hat das Meer- und das Süßwasser, das strömende und das stillstehende, wie auch der kalkige und der steinerne, der sandige und der thonige Boden seine eigenen Pflanzen. Jeder Combination der äußeren Lebensbedingungen entspricht eine oder mehre Pflanzenformen, jeder Pflanzenform eine der verschiedenen Combinationen. Und wo nur eine der genannten Combinationen da ist, zeigt sich auch die entsprechende Pflanzenform. Wie dieses wundervolle Verhältniß ursprünglich entstanden, vermag der menschliche Verstand nicht zu fassen. In so fern müssen wir zur Schöpfung und zum Urheber aller Dinge unsere Zuflucht nehmen.

Nun zeigt aber die Erfahrung, daß auch dann immer, wenn irgend eine solche Combination zufällig eintritt, die entsprechenden Pflanzenformen nicht lange auf sich warten lassen. Wenn z. B. dem Meere ein Busen durch Eindämmung abgewonnen, erscheinen im folgenden Jahre Pflanzen, die dem feuchten salzigen Boden angehören; später, so wie der Boden trockener und allmählig weniger salzhaltig geworden, treten andere, dieser Abänderung entsprechende Pflanzen hervor. Ist eine Stadt in wenigen Tagen verwüstet und in einen Schutthaufen verwandelt worden, so dauert es nicht sehr lange, bevor eigene, sonst nur meilenweit davon auf ähnlichem Boden vorkommende Pflanzen erscheinen. Wer weiß es nicht, wie leicht Schimmel überall entsteht, wo nur gewisse organische Stoffe einer feuchten, kalten und dumpfen Luft ausgesetzt sind? Um alle dergleichen Fälle zu erklären, kann man nun sehr geneigt sein, ebenfalls an eine Wiederholung der ursprünglichen Schöpfung seine Zuflucht zu nehmen. Die Beobachtung hat jedoch immer mehr und mehr gelehrt, daß jener Satz: „wo das Leben nur in einer bestimmten Form gedeihen kann, da gelange es hin in dieser Form!“ so zu verstehen ist, daß

die specielle Organisation einer Pflanze für irgend eine bestimmte Combination der äußeren Lebensbedingungen immer auch die nöthigen Eigenschaften in sich faßt, um dahin zu gelangen, wo sie sich vorfindet.

Sie werden nun vielleicht dies recht gerne zugeben, selbst ohne es durch weitere Belege gerechtfertigt zu hören. Hingegen möchten Sie wohl fragen: „wohin denn jetzt? dies Alles gehört ja gar nicht zum Schmarotzerleben; es müßte denn", möchte vielleicht Jemand bemerken, „das eben vom Schimmel Angeführte sein; denn der Schimmel stellt sich allerdings häufig als ein ungeladener Gast auf Stoffen ein, die wir uns selbst vorbehalten haben". Die Bemerkung geht, wie Sie sehen, von einem ganz egoistischen Standpunkte aus. Doch ist sie der allgemeinen Ansicht vom Schmarotzerleben keinesweges zuwider, und in der That giebt es Schimmelarten, die sich sogar lebenden Thieren ansetzen, und mitunter verderbliche Seuchen veranlassen. Dies ist namentlich mit der sogenannten Muscardine der Fall, eine Schimmelart, die für die Seidenwürmer, und somit für den Seidenbau durchaus verheerend werden kann. Es führt uns diese Betrachtungsreihe auch noch auf die Schlingpflanzen, welche anderen Pflanzen durch ihre Anhänglichkeit nichts weniger als willkommene Gäste sind — jedoch ist es jetzt hohe Zeit, daß wir auf das Thierleben unsere Blicke wenden.

Jeder Verschiedenheit in dem gegenseitigen Verhältnisse von dem Wasser, der Luft, der Wärme, des Sonnenlichtes und des Bodens fanden wir eigene Pflanzenformen entsprechen; nicht weniger aber entspricht jedem Verhältnisse im Bau und in der chemischen Mischung jedes organischen Stoffes eine gewisse bestimmte Form des großen Reiches der Thiere. Es giebt, kann man wohl sagen, keinen organischen Stoff so hart und zähe, so

trocken und faul, so geschmacklos und widerlich, daß er nicht von irgend einem Thiere sollte gesucht werden. Es war der Natur offenbar darum zu thun, daß die einmal gebildeten organischen Stoffe aufs Vollständigste fürs Thierleben benutzt werden. Eine Ausnahme von dieser Regel machen jedoch nicht nur manche Auswurfsstoffe, als da sind Harze, Harnstoff, sondern auch noch viele durch gewaltsame chemische Prozesse gewonnene Stoffe, namentlich manche gegohrne Flüssigkeiten, Pflanzensäuren und vielleicht selbst noch der reine Knochenleim. Von diesen wenigen Ausnahmen abgesehen, hat man stets, um organische Stoffe aufzubewahren, nicht nur die chemische Zersetzung zu verhüten, sondern viel mehr vielleicht das Nachstreben von größeren, und am meisten noch das von kleineren Thieren abzuwehren. Die Zersetzung geht schnell von Statten, so weit Luft, Wasser und Wärme verbreitet sind; schneller muß der Stoff einem neuen Thierleben zu Gute kommen, und Alles zielt darauf hin, daß es durchgängig schnell geschehe.

So konnte es auch schon in einem früheren Vortrage von unseren Nahrungsstoffen ausgesprochen werden (Pag. 13): „Verstehen wir sie zu verwahren, so wissen die Thiere sie aufzuspüren — es kommt darauf an, ob der Verstand oder der Instinct den Sieg davon trägt".

Doch auch noch bevor sie ihr Lebensziel erreicht, fallen Pflanzen den Thieren, Thiere anderen Thieren anheim, großen und kleinen, diesen zum Theil mehr noch als jenen. Unzählbar sind die Pflanzen, die ein einzelnes großes pflanzenfressendes Thier zu seinem Unterhalte verbraucht, und dennoch wird von sämmtlichen großen pflanzenfressenden Thieren kaum eine solche Menge Pflanzenstoffe verzehrt, als von den kleineren Thieren, besonders Insecten. Die „Feinde", denen eine Pflanze bereits während ihres Lebens zollen muß von was sie an organischen Stoffen gebildet, sind durchgängig so verschiedener

Art, als ob es darauf abgesehen, keinen ihrer verschiedenen Theile irgend wann zu verschonen. Ganz allgemein hat sie andre Feinde an der Wurzel als an dem Stamm, wiederum andre an den Blättern, an den Blumen und Samen, andre endlich an allen ihren Theilen im Frühjahr und im Sommer, im Herbst und im Winter. So wie nur irgend ein Pflanzentheil in seinem Bau, seinen physischen und chemischen Verhältnissen etwas Eigenthümliches besitzt, so ist auch irgend ein Thier besonders gebaut, um es zu benutzen für sich oder für seine Brut.

Wie nun die lebenden Pflanzen eine Beute der pflanzenfressenden Thiere, so werden diese selbst eine Beute der Raubthiere, von diesen wiederum die schwächeren eine Beute der stärkeren. Und endlich sind wir, indem auch hier die inneren Theile ihre eigenen Nachsteller haben, am eigentlichen Schmarotzerleben gelangt. Denn Schmarotzerthierchen sind uns gerade nur diejenigen, die an und in den Thieren selbst nisten. Sie zeigen sich bei den Thieren, gerade wie jene kleineren Feinde der Pflanzen, an und in den verschiedensten Theilen. So wie eine gute Gelegenheit da ist, ist auch gewöhnlich der Feind da. Das Merkwürdigste dabei möchte noch sein, daß dem Schmarotzer in allen Fällen die gestohlene Wohnung so vollkommen anpaßt, als ob sie expreß für ihn gebaut und eingerichtet wäre.

Als ich im Winter 1827—28 mich einige Zeit in Cette aufhielt, um kleinere Meerthiere einzusammeln, hatte ich einmal Gelegenheit zu beobachten, was so Alles auf dem Boden des mittelländischen Meeres sich verbirgt. Ich nahm nämlich Theil an einem Fischfange, der dadurch ausgeführt wurde, daß zwei Fahrzeuge gleicher Stärke ein sackförmiges Netz zwischen sich her auf dem Meeresboden fortschleppten. Bei der Entleerung dieses Netzes ergab es sich nun, daß der Hauptinhalt —

zur größeren Freude für mich als für die Fischer — aus Schneckengehäusen bestand, worin doch keine Schnecken, sondern in jedem nur ein Schmarotzerkrebs! Jeder solche Krebs ist in seinem ganzen Bau aufs Vollkommenste zur Benutzung seiner gestohlnen Wohnung eingerichtet, oder die Wohnung für ihn, und doch weiß man ja, daß die Schnecke sie nur für sich selbst gebaut. Der Krebs ist eben so gewunden wie das Gehäuse; den verschiedenen Formen von Schnecken entsprechen meistens — obgleich allerdings nicht immer — eigene Arten der Schmarotzerkrebse, eine Regel, die ich Ihnen durch eine sehr reiche Sammlung darzuthun im Stande bin. Es muß also doch wohl beim Bau des Schneckenhauses auf den Schmarotzer abgesehen sein — vom Alles übersehenden Auge! — Doch nehmen wir nun einige Beispiele aus dem Leben der schmarotzenden Insectenlarven.

n. Ursprung der schmarotzenden Insecten.

Ein Knabe findet unter der Rinde eines Weidenbaumes eine Raupe, und will sich daraus einen Schmetterling ziehen. Er legt sie sorgfältig in eine Schachtel; die Raupe verpuppt sich, und der Knabe öffnet alle Tage die Schachtel um nachzusehen, ob nicht sein Schmetterling bald da ist. Wie er sie nun mal öffnet, fliegen zu seinem Erstaunen statt des Schmetterlings eine Menge kleine Wespen heraus (Ichneumon); das Puppengehäuse ist erbrochen und leer; die Wespen sind da heraus gekommen. Der Vater soll ihm dies erklären. Kennt dieser etwas von der Lebensart dieser Wespenfamilie (Ichneumoniden), so kann er es auch; kennt er nichts davon, so wird er die Erscheinung höchst wahrscheinlich auf Rechnung der Selbstbildung schreiben, gerade so, wie wir im täglichen Leben gewohnt sind zu hören, jeder kleine häusliche Unfall sei von selbst geschehen. Das wirkliche Ereigniß ist aber fol-

gendes. Die Ichneumoniden bilden eine große Familie der Insecten aus der Ordnung der Aderflügler, deren Brut im Innern anderer Thiere ausgebrütet wird. Es giebt sehr viele verschiedene Arten dieser Insectenfamilie und einer jeden derselben ist eine bestimmte Thierart angewiesen, worin sie ihre Brut zu verpflanzen hat. Zweien von diesen Ichneumonidenarten, und zwar einer größeren und einer kleineren, ist nun eben dermaßen die Raupe der Weidenphaläne angewiesen. Sie flattern um den Weidenbaum herum, belauschen die unter der Rinde nistenden Raupen, spüren irgend ein kleines Loch in der Rinde aus, bringen mit ihrem Legestachel so weit hindurch, daß sie damit bis ins Innere der Raupen gelangen, und stoßen ihre Eier von sich, die größere Art nur wenige, die kleinere mehr, beide aber gerade so viele, um eben am Fette und an den Eingeweiden des Opferthieres hinlängliche Nahrung zu haben bis zur Vollendung ihrer eigenen Entwickelung. Die Schmarotzereier sind nun ausgebrütet; die Ichneumonlarven kriechen als kleine Würmchen heraus und zehren vorerst am Fette der Weidenraupe. Diese bildet sich unterdessen ihr Puppengehäuse, das jedoch nur ihr Leichentuch werden soll. Denn so wie die Ichneumonlarven ihr das Fett aufgezehrt, das sie für sich selbst angesammelt hatte, machen die gefräßigen Thierchen sich an ihre Eingeweide. Wenn sie auch damit fertig sind, so verpuppen sie sich und kriechen endlich erst aus ihrem eigenen, dann aus dem mütterlichen Puppengehäuse des geopferten Thieres hervor, um als vollentwickelte Ichneumoniden aufzutreten und — das schleichmörderische Leben ihrer Eltern zu wiederholen.

Ein anderes Beispiel. Aus dem Pferdemiste treten zweiflügelige Insecten hervor: Pferdebremsen (Oestrus equi). Es ist jedoch entschieden, daß nicht Eier dergleichen Thiere da hinein gelegt worden. „Wie können sie denn daraus entstehen? — durch

eine generatio æquivoca?" Nein. Doch Sie werden wohl schon die sonderbare Lebensgeschichte der Pferdebremse kennen. Das Thier legt seine Eier auf die Haut des Pferdes, und zwar immer an einer solchen Stelle, wo die Zunge des Pferdes ankommen kann. Die Eier erregen ein Jucken, das Pferd beleckt die Stelle, nimmt aber dadurch die Eier auf, und verschluckt sie wider seinen Willen. Der Pferdemagen ist diesen Bremseneiern das natürliche Nest. Während dort Hafer und Gras aufgelöst und verdaut wird, werden die Bremseneier ausgebrütet, und gedeihen darauf die Larven, bis sie sich als Puppen an die Schleimhaut festhaken, und endlich bei ihrer Reife mit dem Miste ins Freie kommen. Man muß nun wohl gestehen, eine solche Lebensgeschichte einer Fliegenart würde die menschliche Einbildungskraft kaum ersonnen haben.

Glauben Sie ja nicht, daß diese sonderbaren Fälle vereinzelt dastehen. Das ganze Insectenleben ist reich daran. — Sollte ich aus den mir bekannten Fällen noch einen hier angeben, so möchte ich einen wählen von einer Ichneumonart, die im Innern der Zellen des Bienenstocks ausgebrütet wird. Wie kann die Mutter — denn Sie werden wohl kaum noch daran zweifeln, daß nicht auch hier eine Mutter mit im Spiele gewesen — also wie kann diese die Eier da hinein schaffen? „Etwa von außen durch eine kleine Oeffnung am Bienenkorb?" So ist es nicht. „Schleicht sie sich vielleicht mit den Bienen hinein?" Sie wird sich wohl hüten! Die Bienen würden sie alsbald erstechen und todt herauswerfen. „Ja wie ist es denn aber möglich, daß die Mutter sie hineinschmuggeln kann?" Das thut sie durch folgende List, die es den „Antagonisten der Zollbeamten" mitzutheilen fast gefährlich sein möchte. Wenn die Arbeitsbienen heimkehren, reich beladen mit Blumenstaub, ist es ihnen nun einmal eine kleine Erquickung, vor dem Pförtchen ihrer Heimath erst ein Bißchen herumzudämmern. Das feind-

liche Insect scheint dies zu kennen. Hier vor dem Bienenstocke lauert es, und während die Arbeitsbiene eben darauf bedacht ist hineinzukriechen, nähert es sich ganz behutsam und — husch! husch! hat es seine Eier auf den Blumenstaub selbst practicirt. Die Arbeitsbiene tritt hinein ohne zu ahnen, daß sie mit dem Segen auch den Feind ins Haus bringt.

o. Ursprung der Eingeweidewürmer.

„Wie kann man sich denn nun aber denken, daß dergleichen Geschichten auch auf die Eingeweidewürmer anwendbar sein sollten, diese trägen Thiere, wahre Contrasten zu den so beweglichen Insecten?" Die Wege, auf denen sie zum Ziele gelangen, mögen allerdings höchst verschieden sein, nur darin stimmen alle dergleichen Wege mit einander überein, daß jeder gerade zum Ziele führt.

Unter den Eingeweidewürmern des Menschen giebt es nur eine Art, deren Eindringen von außen nachgewiesen worden. Es ist der Fadenwurm (Filaria medinensis), der in manchen Tropenländern, zumal in Guinea eine wahre Plage für diejenigen ist, die mit bloßen Füßen gehen. Er drängt sich nämlich unmittelbar durch die Haut hinein, und bleibt dort wie ein Knäuel zusammengebalgt liegen. Um seiner und der Plagen los zu werden, die er veranlaßt, gilt es durch einen Einschnitt ihn zu erfassen und so behutsam herauszuwinden, daß er nicht durchreißt, eine Operation, die im Jahre 1834 unser Professor Jacobson hier in Kopenhagen hat anstellen müssen, indem sich das Uebel an einem von Guinea angelangten Knaben erst hieselbst vollständig entwickelte. — Daß die Fadenwürmer (Filarien) der Thiere auf ähnliche Weise sich durch die Haut hineinbohren, ist mir dadurch sehr wahrscheinlich geworden, daß ich an einigen unserer Ulken (Cottus

scorpius) dergleichen zur Hälfte in die Haut hineingebohrt getroffen.

„So einfach sollte es hier immer vor sich gehen?" — Keinesweges. Ein anderer Weg, auf welchem Eingeweidewürmer befördert werden, hat man von einer Bandwurmart bereits lange ganz genau gekannt. Unter den Stichlingen (Gasterosteus aculeatus), die fast überall, und selbst in dem salzigen Wasser der Kanäle in Kopenhagen so gemein sind, reißt mitunter eine verheerende Krankheit ein, indem sehr viele unter ihnen einen großen Bandwurm zwischen ihren Gedärmen liegen haben. Prof. Abildgaard, der gefeierte Stifter der Kopenhagener Veterinairschule, fütterte nun Enten mit dergleichen Stichlingen, und ganz richtig litten von nun an diese selbst an eben diesem Bandwurm. Was aber das Wesentliche dabei ist, in dem Darm der Enten gewann dieser häßliche Schmarotzer erst seine völlige Ausbildung. Nicht nur kann er in einem so fremdartigen Thiere gedeihen, es ist erst in einem solchen, daß er den günstigen Boden erlangt, um seine Lebensgeschichte durchzuführen; denn man hat sich überzeugt, daß es demselben Wurme nicht weniger gut in andern Schwimmvögeln geht, und etwas vollkommen Aehnliches findet man mehr und mehr beim Studium dieses Lebens der Finsterniß. — So z. B. habe ich im Darme unserer Seehunde ganz gewöhnlich einen kleinen mit Stacheln besetzten Wurm gefunden (Echinorhynchus hystrix), der sonst nur in Fischen angetroffen worden. Sehr wahrscheinlich gehört auch hierhin noch, daß die Mäuse in ihrer Leber mitunter einen zarten Bandwurm eingeschlossen haben, dem hinten eine Blase ansitzt — und die Katzen einen sehr ähnlichen ohne dergleichen Blase im Darme beherbergen.

„Sollten aber doch jetzt nicht alle Wege entdeckt sein, auf denen die Eingeweidewürmer sich durchschmuggeln können?"

Als eine indirecte Antwort hierauf darf ich Ihnen vielleicht von dem vielen Wunderbaren, das man in neuerer Zeit im Leben der Eingeweidewürmer erlauscht hat, noch eine höchst merkwürdige Erscheinung mittheilen.

Daß die Lebensgeschichte der Eingeweidewürmer ganz auffallend reich an **Verwandlungen** sein kann, hat sich zumal von den **Saugwürmern** oder Egelarten ergeben, und zwar auf folgende Weise.

In verschiedenen Höhlen von Sumpf- und Schwimmvögeln, und namentlich in der Backenhöhle im Kopfe der Enten, nistet nicht selten einer von diesen Schmarotzern (Monostomum mutabile). Es ist, wie die Eingeweidewürmer überhaupt, ein träges Thierchen, 2 bis 2½''' lang. Im Freien ist es nie vorgefunden worden, und wer jede nicht entdeckte Herkunft einer generatio æquivoca zugeschrieben haben will, würde folglich eine solche auch hier anzunehmen haben. Wer hingegen keine generatio æquivoca mehr annimmt, dabei aber auch noch nicht überzeugt worden, daß die Räthsel der Natur nicht durch Speculation, sondern nur durch Beobachtung zu lösen sind, würde wohl zunächst darauf fallen, daß der Schmarotzer, während die Enten bei ihrem gesellschaftlichen Leben im Wasser wühlen, von der einen zur anderen hinüberwandere. Der ausgezeichnete Forscher, Prof. v. **Siebold** in Erlangen, den ich bereits in der Geschichte von den Quallen Gelegenheit gehabt, Ihnen zu nennen, hat nun hier in der Wirklichkeit gefunden, was doch wohl Niemand in seinen Traumbildern gesehen. Er entdeckte (1834), daß der genannte Wurm lebende Jungen zur Welt bringt, und überzeugte sich, daß die zarten, etwa ⅑''' großen Geschöpfe der Mutter durchaus unähnlich sehen. Während diese etwa

die Form einer flachgedrückten, gemeinen Bierflasche hat, sieht das Junge so aus, wie die nebenanstehende Figur. Als etwas sehr Auffallendes an seinem Aeußeren müssen die zwei dunklen, viereckigen Flecke vorn am Körper hervorgehoben werden, die für Augen anzunehmen sind. (Es kommt überhaupt nicht so gar selten in der Natur vor, daß die Jungen sehen, wenngleich die Alten blind sind). Der ganze Körper ist mit Flimmerhaaren besetzt, und durch die lebhaften Schwingungen derselben schwamm das Thierchen so geschickt im Wasser umher, daß es sich hier offenbar in seinem natürlichen Elemente befand. Die Vermuthung, daß nun dergleichen Jungen aus einer Ente ins Wasser, und vom Wasser wiederum in eine andere Ente gerathen könne, „wenn die Zeit gekommen, das muntre Umherschwärmen aufzugeben, das Auge abzulegen und ein träges Leben in jenen finstern Höhlen der Vögel fortzusetzen", mußte sich dem gründlichen Forscher sogleich aufdrängen. Er wußte es aber nur zu gut, was alle Vermuthungen im Studium der Natur zu bedeuten haben, um nicht die Thierchen ferner noch ununterbrochen zu beobachten. Da bemerkte er nun, daß sie sich nach einigen Stunden auf eine höchst auffallende Weise veränderten. Der ganze vordere Theil, wo die Augen sitzen, fiel aus einander. Dagegen fing ein großes Eingeweide, das in obiger Figur sehr scharf bezeichnet worden, an, sich als ein selbstständig lebendes Thier zu geberden, und als solches trat es denn am Ende hervor aus den Trümmern jenes munteren kleinen

27.

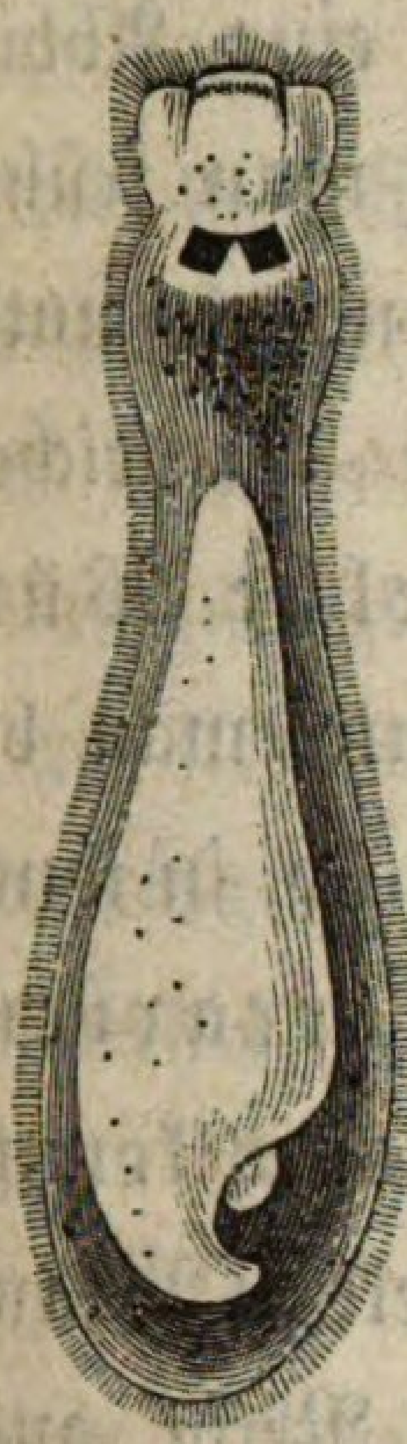


Fig. 27. Ein aus dem Ei geschlüpftes Junge von Monostomum mutabile, $\frac{1}{9}'''$ groß. Nach v. Siebold in Wiegmanns Archiv. 1 Jahrg. 1835.

Geschöpfes — dieses ist folglich nur einem Puppengehäuse analog. Wie sah nun aber das Thier in diesem neuen Stadium seiner Entwickelung aus? Etwa wie die blinde Mutter? Ganz und gar nicht! Hier haben Sie eine Abbildung davon! Es ist eine Form, die man früher schon beobachtet hatte, und zwar besonders unter der Haut von Schnecken. Man hatte dergleichen Gestalten wegen ihrer Farbe „königsgelbe Würmer" genannt. Ihren Ursprung kannte man bis dahin nicht; hingegen wußte man, daß sich in ihnen ganz eigene Thierchen erzeugen, die „Cercarien" heißen, ohne daß man eine Vorstellung haben konnte, wie eigentlich diese zum fast sackförmigen königsgelben Wurme sich verhielten. Ich glaube es mit Recht aussprechen zu können, daß es erst meinem geehrten, geistreichen Collegen, Prof. Steenstrup in Kopenhagen, gelungen ist, das Verhältniß zu entwickeln. Jene „königsgelben Würmer" sind eine Larvenform der Saugwürmer, und zwar eine solche, die er „Ammen" benannt, daß heißt unserer Darstellung gemäß, sie bilden einen Abschnitt ihrer Lebensgeschichte, der vervielfacht in den nächsten Abschnitt übergeht. Die Cercarien machen demnach die dritte Uebergangsform der Saugwürmer aus. Sie sind selbst als geschwänzte Saugwürmer zu betrachten, etwa wie die Froschlarven. Mehre Jahre früher hatte schon Prof. Nitzsch in Halle entdeckt, daß sie den Schwanz zuletzt ab-

28.



29.



Fig. 28. Zweite Form des Jungen von Monostomum mutabile, auf dem Rücken liegend. Nach v. Siebold wie die eben vorhergehende Figur.

Fig. 29. Cercarie aus der lebendiggebärenden Sumpfschnecke (Paludina vivipara). Nach v. Baer in Verhandl. der Kaiserl. Leop. Car. Akademie. 13 Bd. 2 Abth. Taf. 31, Fig. 7, b.

werfen. In dem hinterlassenen scheibenförmigen Körper ist nun endlich der junge Saugwurm gegeben.

Auch von anderen Abtheilungen der Eingeweidewürmer sind bereits sehr merkwürdige Lebensgeschichten entdeckt worden. Von den Bandwürmern ist es nachgewiesen, daß die eben ausgebrüteten Jungen gerade die Form haben, wie jene Brut des Blasenwurms, und es ist kaum zu bezweifeln, daß die Blasenwürmer überhaupt eben nur Bandwurmlarven sind. Daß sie sich als solche entweder durch Knospen (wie der im Schafsgehirn) oder durch innere Keime (wie der in der Leber) vermehren, hat anjetzt durchaus nichts Fremdartiges mehr an sich. Ihre Verwandlung in Kalkmassen, wie im obigen Falle, ist offenbar als eine anomale oder krankhafte anzusehen. Ihre normale Entwickelung nachzuweisen, ist es dem fleißigen und geistreichen Professor Van Beneden in Löwen für einige Arten gelungen. Im Innern des Blasenwurms (Scolex) entsteht ein Bandwurmkopf mit 4 langen Hörnern (Tetrarhynchus), und dieser endlich wächst als eigentlicher Bandwurm aus.

o. Wesen des Lebens.

Doch wozu Ihnen mehr dergleichen allerdings höchst auffallende Geschichten aus dem Leben der niederen Thiere mittheilen? Was ich bezweckte, war eben nur, Ihnen die Ueberzeugung zu verschaffen, daß das oft unerklärliche Erscheinen gewisser Organismen an den Stellen, wo die ihnen entsprechenden Lebensbedingungen sich finden, durchaus nicht beweise, die Organismen seien aus diesen Bedingungen selbst hervorgegangen. Jedem Lebenstypus entspricht eine gewisse Combination der allgemeinen äußeren Lebensbedingungen; es ist ihm aber auch Alles verliehen um hinzugelangen, wo solche Combination sich vorfindet. Reich an eigenthümlichen Erscheinungen

ist die Lebensgeschichte der höheren Thiere; nicht weniger scheint es die der niederen zu sein, — hinlänglich reich daran wird sie für jeden Lebenstypus sein, damit er bewahrt und auf neue Repräsentanten übertragen werde.

Eine generatio æquivoca ist demnach gänzlich zu verwerfen. Leben hat nur aus gleichartigem Leben seinen Ursprung. Todte Stoffe mögen unter gewissen Umständen Formen annehmen, wodurch sie irgend einem einfachen Organismus ähnlich sehen, mögen Erscheinungen zeigen, die mit manchen Lebenserscheinungen vollkommen übereinstimmen — deshalb sind sie noch nimmermehr Organismen, nimmermehr lebend. Denn der Character des Organismus liegt nicht in einer einzelnen bestimmten Form, sondern vielmehr in einer Reihe von Formen und zwar sowohl im Aeußeren als auch überall im Innern; und der Character des Lebens liegt nicht in den vereinzelten Lebenserscheinungen, wovon auch gar keine den allgemeinen Naturgesetzen entzogen ist; auch nicht in dem Reichthume an diesen Erscheinungen, sondern einzig und allein in dem Plane, der sich in ihrem Auftreten ausspricht, und der für jede Thier- und Pflanzenart ein bestimmter ist, im „Lebenstypus", wie wir ihn genannt.

Sie würden mir — darf ich vielleicht hoffen — dies alles einräumen, wenn nicht ein felsengroßer Stein des Anstoßes sich immer drohend in dunkler Ferne zeigte. „Wie werde ich diese Ansichten mit der Gewißheit zusammenreimen können, daß es nun doch einmal eine S c h ö p f u n g gewesen? Jedes Thier und jede Pflanze soll nur aus einem gleichartigen Organismus seinen Ursprung haben — wie kann aber dies vom Stammorganismus gelten? Und ist nun dieser aus den todten Stoffen entsprungen, hat einmal eine wahrhaft schöpfende Kraft obgewaltet, wie darf ich denn hoffen, Sie glauben zu machen, eine solche bestehe jetzt gar nicht mehr?"

Von der Schöpfung also hätte ich Ihnen jetzt noch meine Ansicht mitzutheilen. Sie werden es mir schon glauben, daß ich nicht ganz willig darauf eingehe; denn nur das Gewisse, das Entschiedene wünschte ich Ihnen mitzutheilen — und wo ist der Sterbliche, der sich es getrauet, von der Schöpfung etwas Gewisses zu verkünden? Nur die Ueberzeugung, daß ich davon nicht abstehen kann, ohne zugleich auf Alles, was Ihnen hier mitgetheilt, zu verzichten, kann mich dazu bewegen, den schwierigen Pfad zu betreten.

Eins, meine ich, haben Sie mir schon zugegeben, das Eine nämlich, daß das Wesentliche der Schöpfung nicht in dem Hervorrufen neuer Individuen bereits bestehender Arten liege, sondern nur in dem Hervorrufen neuer Arten. Und wie sollen wir uns denn nun ein solches Hervorrufen neuer Arten eigentlich vorstellen? — Es scheint mir, man müsse hier, wie auch sonst überall, von dem Bekannten aufs Unbekannte schließen. Anstatt von der Schöpfung auszugehen, und von ihr auf ähnliche fortdauernde Wunder zu schließen, ist es meiner Meinung nach gerathener, von dem jetzt Bestehenden auf das früher Bestehende, von den jetzt herrschenden Naturgesetzen auf die früher herrschenden zu schließen. Anstatt anzunehmen, bei der Schöpfung seien Metalle und Erdarten plötzlich in Pflanzen und Thiere verwandelt worden, und daraus zu schließen, es müsse was Aehnliches auch noch heut zu Tage geschehen können, scheint es mir richtiger, jedenfalls sich zu bestreben, das jetzt geltende Gesetz: „Leben entsteht nur aus gleichartigem Leben“ auch auf die Vorwelt zurück in Anwendung zu bringen.

Im organischen Leben, haben wir gesehen, ist keine Rast und keine Ruh. Bei einem ununterbrochenen Wechsel ihrer Stoffe und Formtheile bestehen die Organe; auch von diesen schwinden einige, erscheinen andere, während der Organismus

besteht und gedeiht. Also ist wiederum die Lebenszeit eines jeden Organismus eine beschränkte. Die Individuen und die Generationen sterben hin, während unterdessen neue entstehen, die selbst wieder andern den Platz abtreten werden; nur die Arten, deren einstweilige Repräsentanten sie sind, haben Bestand. — Und sollte denn nun das organische Leben endlich in den Arten seine Rast und seine Ruh gefunden haben? Jede mikroskopische Zelle hat ihre Lebensgeschichte, jedes Organ, jeder Organismus die seinige. Sollte denn nicht auch jede Art ihre Geschichte haben, von welcher denn jede Generation, jede Reihe von Generationen nur ein vereinzeltes Bruchstück wäre? Der Analogie nach, scheint es fast nothwendig Solches anzunehmen; und wenn uns dennoch jede Art unverändert erscheint von einem Jahre und Jahrhunderte zum andern, sollte dies denn nicht vielleicht gerade dasselbe sein, als wenn Jeder von uns unverändert geschienen von einer Stunde und einer Woche zur andern? Hat man vielleicht, um die Geschichte oder die allmählige Entwickelung der jetzt bestehenden Arten zu erkennen, bis auf die früheren Epoquen in der Geschichte der Erdoberfläche zurückzugehen? Die „P a l ä o n t o l o g i e", das heißt: die Lehre von den Organismen der Vorwelt, giebt hierüber Aufklärungen, die eine solche Annahme zu bestätigen scheinen.

Sie lehrt nämlich, daß man in den jüngsten Erdschichten sehr viele Thiere und Pflanzen gefunden, von denen jetzlebende Thiere und Pflanzen entweder gar nicht, oder jedenfalls nicht mehr verschieden sind, als manche Hausthiere von ihren Stammracen, und manche Gartenpflanzen von den wildwachsenden. Es ist doch wohl sehr annehmbar, daß jene vorweltliche Thiere und Pflanzen eben nur die Stammeltern, die Stammracen oder die S t a m m a r t e n der entsprechenden jetzlebenden sind. Allerdings giebt es noch unzählige jetzlebende Thiere und Pflanzen, für welche dergleichen vorweltliche Repräsentanten

nicht gefunden worden. Erwägt man jedoch, daß sehr viele vorweltliche Thiere und Pflanzen alljährlich entdeckt werden, wie spärlich es auch gestattet ist, ins Innere des Erdballs zu blicken, so muß man schon glauben, daß davon noch unzählige zu finden, und darf man wohl vermuthen, daß darunter am Ende die Stammarten sämmtlicher jetztlebenden Arten vorkommen. Wie die jetztbestehenden Arten zu denen der nächstvorhergehenden Periode, so würden diese zu denen der früheren gestellt werden müssen. — Sie werden mich aber nun vielleicht noch weiter hinaus treiben wollen, bis ich doch am Ende eingestehen müßte, daß die Organismen in den ältesten Schichten, worin derer noch vorkommen, jedenfalls doch aus den todten Stoffen entstanden seien. Dann aber würde die Reihe an mich kommen, und ich würde fragen: „woher denn die todten Stoffe selbst, woher Stoff und Raum und Zeit?" Stehen wir lieber davon ab, über der Dinge ersten Anfang zu grübeln, den wir doch nun einmal eben so wenig als die Ewigkeit zu fassen vermögen!

Meine Aufgabe würde ich als gelöst betrachten, wenn es mir nur gelungen wäre, Ihnen zu verdeutlichen, daß auch noch die Erstehung einer ganzen lebenden Welt auf den Trümmern einer vorhergehenden nicht als ein Mirakel, das heißt, nicht als ein Ereigniß zu betrachten ist, das den jetztgeltenden Naturgesetzen widerspräche. Das Dasein der ganzen lebenden Natur ist, wie das jedes Organismus, ein **geschichtliches**. Leben ist kein Ruhestand; das Lebende gedeiht nur bei fortschreitender Entwickelung. In jedem Organe schwinden ununterbrochen die Formtheile, um neuen, diese wieder um andern noch neueren den Platz abzutreten — das Organ besteht und entwickelt sich bei der Vergänglichkeit seiner kleinsten Theile. Was aber die Organtheile fürs Organ, sind die Organe für den Organismus. Auch Organe schwinden, um von

neuen Organen abgelöst zu werden; der Organismus entwickelt sich bei der Vergänglichkeit seiner Organe. So kommen und vergehen die Organismen jeder Art, während die Art fortbesteht und sich entwickelt — so mögen Arten, so mag eine ganze lebende Natur schwinden, eine neue ihren Platz einnehmen — nicht jedoch plötzlich aus dem Staube sich erhebend, sondern vielmehr selbst nur als eine vollkommnere Stufe der Entwickelung aus der vorhergehenden sich entwickelnd. Wollen wir es wagen, in die Unendlichkeit der Zukunft vor uns hinzuschauen, dann trübt sich unser Blick nicht weniger, als wenn wir zurückschauen bis auf den ersten Anfang der Dinge. Da müssen wir wohl unseren Blicken eine andre Richtung geben, und hinauf schauen auf die Allmacht, die der Welt ihre Gesetze, der menschlichen Vernunft ihre Grenzen gesetzt.

B.

Ernährungsleben.

I. Bearbeitung der Nahrungsstoffe; II. Einsaugung und Absonderung; III. Blut und Blutumlauf.

B. I. Bearbeitung der Nahrungsstoffe.

a. Einleitung; b. Haushalt der Natur; c. Character des Pflanzen- und des Thierorganismus; d. Mundhöhle — Kauen; e. Zunge; f. Gaumen; g. Schlucken; h. Verdauungseingeweide des Menschen; i. Verdauungseingeweide der Thiere; k. Wahl der Nahrungsstoffe; l. Zähne; m. Bildung der Zähne; n. Bau der Zähne; o. Zahnwechsel; p. Anwendung der Zähne; q. Schluß.

---

a. Einleitung.

In der vorigen Stunde ist die erste Abtheilung von diesen Vorträgen abgeschlossen worden. Bis jetzt haben wir uns an die allgemeinen Betrachtungen über das Leben, namentlich über seinen Character und sein Wesen gehalten; von nun an wollen wir die Lebenserscheinungen jede für sich etwas genauer durchgehen. — Es wurden die allgemeineren Betrachtungen an die Spitze der Vorträge gestellt, weil sie den Geist anzeigen sollten, worin die einzelnen Lebenserscheinungen aufzufassen sind; erst in diesen einzelnen Erscheinungen jedoch ist es, daß jene allgemeineren Sätze ihren wahren Grund und Boden haben, erst hier, daß ich Ihnen die wichtigsten Belege dafür vorlegen kann.

Die Lebenserscheinungen sind in den vollkommneren Organismen, und namentlich in dem menschlichen, so überaus mannichfaltig, daß wir uns in ihrer Darstellung meist auf eine Uebersicht beschränken müssen. Und dies müssen wir nun um so mehr, indem ich allerdings gedenke, Ihnen dann und wann die eine oder die andere Thätigkeit, das eine oder das andere Organ ganz genau zu erläutern. Möchte es mir nur gelingen, hierin immer eine glückliche Wahl zu treffen!

Von den verschiedenen Lebenserscheinungen sind erst die gewählt, die zum Ernährungsleben gehören, der Reihe nach namentlich: 1) die Bearbeitung der Nahrungsstoffe, 2) die Einsaugung und die Absonderung und 3) der Kreislauf und die Eigenschaften des Blutes. Für diese Stunde ist es also die Bearbeitung der Nahrungsstoffe, die wir näher zu betrachten haben — ein sehr wichtiger Gegenstand! wie ja ein Jeder weiß — manches Schöne und Erhabene in sich fassend, was ich mich bestreben werde, Ihnen darzuthun.

b. Haushalt der Natur.

Bevor wir nun an die hieher gehörenden Lebensthätigkeiten selbst schreiten — das Kauen, das Schlucken, die Verdauung — blicken wir doch erst noch einmal um uns her, um den großen Haushalt der Natur zu überschauen, wodurch alles Lebende gespeiset wird und getränkt.

Sämmtliche Theile der Thierkörper sind nicht weniger als die der Pflanzenkörper aus organischen Stoffen aufgebaut, und dennoch werden die organischen Stoffe nicht in den Thieren selbst, sondern nur in den Pflanzen gebildet. Das Thierleben ist also von dem Pflanzenleben bedingt. Wiederum wird jedoch auch das Pflanzenleben durch das Thierleben gefördert. Denn unentbehrlich ist der Pflanze die Kohlensäure in der Luft, indem sie daraus den Kohlenstoff zu beziehen hat, und die Kohlensäure in der Luft rührt zum Theil von dem chemischen Athmungsprozeß der Thiere her.

Das Wasser, woraus die Pflanze den Wasserstoff; der Ammoniak, woraus sie den Stickstoff, und dann noch eine große Menge im Wasser aufgelöste Stoffe, woraus sie verschiedene andre Stoffe bezieht, als wie Schwefel, Phosphor, Kalk, Eisen, Natron, Kalium u. s. w. werden der Pflanze von der mütterlichen Erde gespendet. Diese Stoffe muß die

Muttererde jedoch wieder haben, um nicht ihre Fruchtbarkeit einzubüßen. Das Wasser erhält sie durch den Regen wieder. Die übrigen Stoffe werden ihr unter den natürlichen Verhältnissen im Dünger der Thiere und in den vermodernden oder faulenden Körpern ersetzt. Der Ersatz kommt nicht gerade an Ort und Stelle wieder, mag auch lange säumen, — ausbleiben kann er nicht. Was der Erde entnommen, muß der Erde wiedergegeben werden. Geschlossen ist der Kreis des Stoffwechsels; kein Theilchen geht aus ihm verloren.

c. Character des Pflanzen- und des Thierorganismus.

Die Pflanze findet ihre Nahrungsstoffe in der Luft und in dem Wasser des Erdbodens allgemein verbreitet. Demnach wurde sie an die Erdoberfläche festgenagelt. Mit ihren Zweigen in der Luft, ihren Wurzeln in der Erde ausgespreizt, konnte sie durch die flatternden Blätter die Kohlensäure, durch die Wurzelfasern nicht nur hinlängliches Wasser, sondern auch sonst noch gewinnen, was die Erde in ihrem reichen Schooße an Stoffen Alles birgt. Das Thier hingegen, angewiesen sein Leben durch beständige Aufnahme gewisser organischer Stoffe zu fristen, oft solcher, die nur an einzelnen zerstreuten Stellen vorkommen, mußte mit Sinnen begabt sein, um sie zu entdecken. Es mußte in den bei weitem meisten Fällen sich frei dahin bewegen, jedenfalls die sich darbietende Beute ergreifen können. Sinnesorgane, Bewegungsorgane und das daran sich schließende Nervensystem machen somit den wesentlichsten Character des thierischen Organismus aus. Dabei konnten jedoch die für beide Reiche des Lebens gemeinsamen Organe nur selten eine und dieselbe Form beibehalten. Die nach außen verzweigte Form, die für die Pflanzentheile so characteristisch ist, behält das Athemorgan — als Kieme — bei allen denjenigen Thieren, die fortwährend unter dem Wasser-

spiegel leben und hier sich mit der Luft begnügen, die dem Wasser mechanisch eingemischt ist. Sonst tritt bei den Thieren eine ganz andre Form an die Stelle der nach außen verzweigten. Es ist die Form eines eingestülpten Sackes oder einer eingestülpten Röhre. Das Athemorgan heißt in dieser Form: Lunge, das Organ zur Aufnahme der Nahrungsstoffe: Darm. Bei den Pflanzen liegen sämmtliche Organe frei am Tage; zum Character des Thierorganismus gehört es hingegen, daß die Organe ins Innere zurückgetreten, dem Auge verborgen sind. Die Pflanze braucht der Naturforscher nicht zu zerschneiden, wenn er nicht gerade den feineren Bau, die „Textur" untersuchen will; das Thier muß er anatomiren, um auch nur die Organe der äußeren Form nach kennen zu lernen.

Warum die in der freien Luft lebenden Thiere Lungen, und nicht Kiemen haben, werden wir in der nächsten Stunde besprechen. Vom Darmrohr kann es hier gleich ausgesprochen werden, daß es, im Gegensatz zur Pflanzenwurzel, schon an und für sich den Gegensatz der beiden Reiche bezeichnet. Anstatt von der mütterlichen Erde fortwährend getränkt zu werden, ist das Thier darauf angewiesen, sich seine Nahrungsstoffe selbst aufzusuchen, und bei jeder günstigen Gelegenheit sich für längere Zeit damit zu versehen. Lange hat es oft zu suchen und zu kämpfen, bevor es eine neue günstige Gelegenheit findet und erhascht. Unterdessen zehrt es an der bereits erworbenen, im Innern des Körpers sorgfältig bearbeiteten Beute.

Diese Bearbeitung der Nahrungsstoffe im Innern des Körpers haben wir jetzt etwas näher zu betrachten. Die Getränke, oder richtiger das Wasser und alles im Wasser vollständig Aufgelöste, nimmt daran keinen Antheil. Es wird größtentheils im Magen unverändert eingesogen. Nur die nicht aufgelösten Stoffe sind es, die theils mechanisch zermalmt werden,

namentlich in der Mundhöhle mittelst der activen Kraft der Kaumuskeln und der passiven der Zähne — theils chemisch verändert, besonders im Magen, wo die eigentliche Verdauung vor sich geht. Erst nach dieser Bearbeitung der Nahrungsstoffe können ihnen im eigentlichen Darm die Nahrungsflüssigkeiten ausgesogen werden.

Werfen wir einmal einen Blick über die hieher gehörigen Organe des menschlichen Körpers.

d. Mundhöhle — Kauen.

Die Mundhöhle ist beim Menschen in allem Wesentlichen gerade so gebaut, wie bei den Säugethieren überhaupt. Uebersehen wir jedoch nicht die zurückgezogene Stellung der Kiefer und die kräftige Haltung der weichen zierlichen Lippen, als Zeugniße, daß der Mund des Menschen edlerer Natur ist, nicht einzig und allein, wie dem Thiere, eine Durchgangsöffnung für Speise und Trank. Auch bei den verschiedenen Menschen möchten die Lippenbewegungen, zumal während des Sprechens, das beste äußere Kennzeichen des Gebildeten im Gegensatz zu dem Ungebildeten abgeben.

Im Raume zwischen den Lippen und den Kiefern liegt an jeder Backe — in gleicher Höhe mit dem ersten großen Backenzahne — die Oeffnung des Ausführungsganges von der großen Ohrspeicheldrüse (Parotis). Die kleinere Speicheldrüse, an jeder Seite dicht am hinteren Winkel des Unterkiefers, hat ihre Austrittsöffnung am Zungenbande.

Am freien Rande des Ober- und des Unterkiefers sind die Zähne in zwei parabolischen, dichtgeschlossenen Reihen eingepflanzt. Ihre Kauflächen liegen alle in einer und derselben Höhe; von einer Hervorragung namentlich der Eckzähne, wodurch sich besonders die Raubthiere auszeichnen, ist kaum die Spur vorhanden. Die Zähne sind ganz passive

Werkzeuge. Ihre Wirkung hängt von den Bewegungen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer ab, diese Bewegungen von der Kraftäußerung der Kaumuskeln. Von solchen hat der Mensch, wie alle Säugethiere überhaupt, 4 Paar, zwei um den Unterkiefer gegen den Oberkiefer senkrecht anzuschlagen oder anzudrücken, zwei um ihn von einer Seite zur andern zu schieben. Bei den verschiedenen Thieren sind nicht nur die Zähne in der Zahl, der Form und der Stellung äußerst verschieden, der verschiedenen Lebensweise entsprechend, sondern auch noch jene Kaumuskeln sehr verschieden ausgebildet, die Kiefer und das Unterkiefergelenk eigens geformt. Die Kraft, womit der Unterkiefer eines Löwen an den Oberkiefer schlagen kann, und dadurch die Beute mit den Zähnen ergreifen, giebt sich beim ersten Anblick des Schädels zu erkennen, namentlich durch die Weite der Schläfengruben; denn an ihren Wänden haftet der Fleischkörper, Schläfenmuskel genannt, der vorzugsweise den verhältnißmäßig so kleinen, kurzen Unterkiefer hebt. Der Schädel, den wir, vom Menschen ausgehend, nur als das knöcherne Gehäuse des Gehirns anzusehen pflegen, an dessen Seitenflächen die Kaumuskeln eben noch einen festen Ansatz erlangen, scheint hier hauptsächlich das feste Gerüste für eben diese Muskeln zu sein, worin nebenbei auch noch dem Gehirne eine sichere Lage gestattet worden. Wozu eine solche ungemein kräftige Hebung des Unterkiefers bestimmt ist, wird vollends an den starken, schneidenden Zacken der derben Zähne angezeigt.

Im Verhältniß zu den großen reißenden Thieren aus der Familie der Katzen scheinen schon andre Raubthiere in ihren Kiefern nur schwache Greifwerkzeuge zu besitzen. Bei den grasfressenden Thieren deuten die langen, von verhältnißmäßig schwachen Hebemuskeln getragenen und mit vielen großen, breitflächigen Backenzähnen besetzten Kiefer auf die friedliche Erwer-

bung aber mühselige Bearbeitung der Nahrungsmittel; von den Formen der fruchtfressenden Säugethiere und zumal der Affen werden wir auf die des Menschen geleitet, wo sämmtliche Kauwerkzeuge unter die Wölbung des Hirnschädels zurückgedrängt erscheinen.

Die obere Zahnreihe umfaßt den Gaumen, die untere die Zunge. Jener bildet die Scheidewand zwischen Mund- und Nasenhöhle; diese hat durch ihren Geschmackssinn die chemische Beschaffenheit, durch ihr feines Gefühl die Unebenheiten, die Härte oder Weichheit, die Schärfe und die Temperatur der Speise und des Getränkes anzugeben, wonach wir es denn bestimmen, in wie fern sie uns dienlich sind, und dann in wie fern sie in der Mundhöhle erst bearbeitet werden müssen.

e. Zunge.

Das innere Gewebe der Zunge ist ganz fleischig. Ihre größeren Fleischpartien (Muskeln) haben ihren Anhalt theils am Unterkiefer, theils am Zungenbein (dem kleinen Knochen, den wir vorn am Halse über dem sogenannten Adamsapfel fühlen), und endlich noch an einem Knochenzapfen der unteren Fläche des Hinterhaupts. Die Zunge wird dadurch ein überaus geschmeidiges und, obgleich weiches, doch kräftig mechanisch wirkendes Organ. Bei den Thieren dient sie sehr häufig vorzugsweise oder ausschließlich als solches, während der Geschmackssinn größtentheils oder gänzlich vom Geruchssinne ersetzt wird. Bei den Katzen sind die Zungenwärzchen zu scharfen rückwärtsgekrümmten Haken ausgeartet, womit die erhaschten Thiere blutig angepackt werden. Bei manchen Thieren aus verschiedenen Klassen ist die Zunge ein Werkzeug, womit kleinere Insecten erbeutet werden. Also bei den Ameisenfressern, wo sie die Form eines langen dünnen Wurms hat; bei den Spechten, deren spitzige, steife Zunge durch

das Hervortreiben der langen Zungenbeinhörner weit aus dem Schnabel heraus geschnellt wird; bei den Fröschen, wo sie als eine weiche Klappe vorn am Unterkiefer festsitzt; zumal aber bei den Chamäleonen. Bei diesen liegt in der Achse der ziemlich dicken, cylindrischen Zunge ein elastisches Band wie eine Spiralfeder aufgerollt, von zwei langen Seitenmuskeln anhaltend ungemein kräftig gespannt. Bei plötzlicher Erschlaffung dieser Muskeln springt das Spiralband auf, und die Zunge nimmt für einen Augenblick eine Länge an, die die ganze Körperlänge des Thieres übertrifft, in welchem Augenblick ein an der Zungenspitze sitzendes Greiforgan, etwa mit dem des Elephantenrüssels zu vergleichen, sich der Beute bemächtigt. Denken wir nun noch an die gespaltene Zunge der Schlangen und Eidechsen, und im Gegensatz zu allen diesen so beweglichen Formen an die Zunge der Krokodile, die gar nicht hervorsteht, — so werden wir uns kaum enthalten können, die unendliche Fülle von Formen anzustaunen, die in einer und derselben Grundform der Schöpfung gegeben ist.

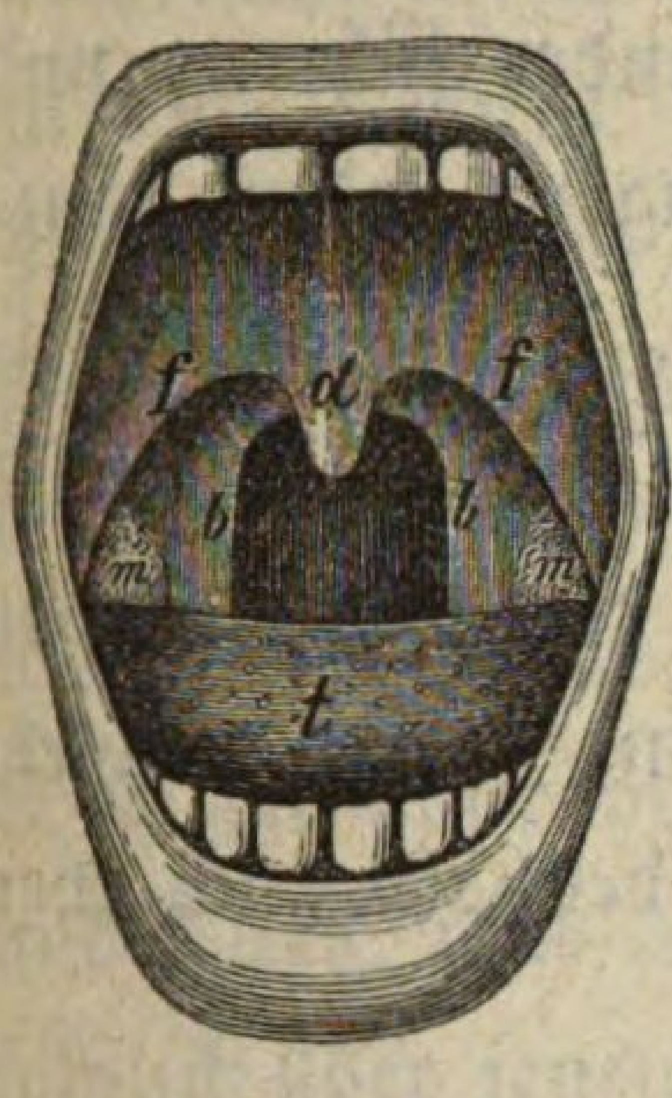
f. Gaumen.

Die Abgrenzung der Mund- und der Nasenhöhle durch den knöchernen Gaumen ist nur unvollständig, indem dieser nicht bis ganz nach hinten reicht. Sowohl als Boden der Nasenhöhle, wie auch als Decke der Mundhöhle ist er von einer Schleimhaut bekleidet, und an seinem hinteren, freien Rande im Rachen vereinigen sich diese beiden Häute als eine freie Falte. Dies ist der weiche Gaumen oder das Gaumensegel. In der Mitte trägt es das Zäpfchen; an jeder Seite geht es in zwei Falten über, die bogenförmig herabsteigen. Von diesen Gaumenbogen umfaßt nun der vordere die Zunge, während der hintere schräge rückwärts in die hintere Wand des Rachens herabsteigt. Zwischen den beiden Gaumenbogen

kommt endlich noch das große Schleimdrüsenpaar zum Vorschein, das man die **Mandeln** nennt.

Die eben genannten Theile kann man alle noch ganz leicht an sich selbst im Spiegel beobachten. Nur ist der hintere Gaumenbogen (b, b) oft ganz versteckt. Dann und wann tritt er plötzlich hervor, verschwindet jedoch eben so plötzlich wieder; und man wird ihn nicht leicht stille halten können, ohne darin eine gewisse Uebung erworben zu haben. Hat man, um besser in die Tiefe der Mundhöhle hinein zu sehen, die Zunge mit einem Löffelblatte niedergedrückt, und dieses kommt so tief hinein, daß es die dortigen Theile auch nur im Geringsten berührt, so entsteht ein Würgen, wobei man eben nur noch Zeit hat, eine blitzschnelle Zusammenschnürung des hinteren Gaumenbogens zu bemerken, indem seine beiden Pfeiler wie zwei Schirmbretter gegen einander losfahren. Dann ist aber jede fernere Beobachtung ausgeschlossen; denn auch der Mund schließt sich, und der Kopf wird, trotz aller Mühe es zu verhindern, herabgesenkt.

30.



Es mag einem emsigen Beobachter in dem Augenblicke fast verdrießlich scheinen, daß man seinen eigenen Körper nicht besser in seiner Gewalt hat, — doch ist es wohl gerade so am besten, wie es eben ist. Davon werden Sie sogleich überzeugt werden. Erst nur noch eine Erklärung von dem, was hier eigentlich geschieht.

Die Pfeiler des hinteren Gaumenbogens beherbergen sehr kräftige Muskelfasern, die sich sowohl quer über den weichen Gaumen, als über die hintere Wand des

Fig. 30. Nach Dzondi: die Funktionen des weichen Gaumens. 1831. d: Zäpfchen; f, f: vorderer, b, b: hinterer Gaumenbogen; m, m: die Mandeln (tonsillæ); t: die Zunge.

Rachens erreichen, also einen vollständigen Kreis mit einander bilden. Diese Muskeln müssen nun wie ein Schnürband wirken, wobei jedoch zu bemerken ist, daß sie sowohl oben am Gaumen als unten am Rachen befestigt sind. Die Zusammenschnürung muß folglich vorzugsweise auf die Seitenränder des Kreises wirken, und dadurch eben gewährt sie das Ansehn, als ob zwei Schirmbretter gegen einander führen, und zeigt sich die Oeffnung darauf als ein enger, oder gänzlich verschlossener Schlitz in der Mittellinie. Die unmittelbare Folge davon ist übrigens leicht einzusehen. Es wird dadurch der ganze obere und hintere Theil des Rachens von den Verdauungswegen gänzlich abgeschlossen. So geschieht es beim Schlucken, und so beim Würgen — deshalb auch eben bei jener Berührung mit dem Löffelblatte.

Obgleich nun dieser merkwürdige Mechanismus jedesmal vor sich geht, wenn wir nur das Allergeringste hinunterschlucken, wird er Ihnen doch wahrscheinlich bisher ganz unbekannt gewesen sein. Es mag Ihnen zur Entschuldigung dienen, — daß er uns Allen unbekannt geblieben, bis der Prof. Dzondi in Halle ihn vor etwa 20 Jahren entdeckte, und zwar an sich selbst vor dem Spiegel.

„Aber warum geschieht dies so ganz unwillkührlich, daß wir es nicht verwehren können? und zwar so plötzlich, daß wir kaum Zeit haben, es für einen Augenblick selbst zu beobachten?" Sie werden es jetzt erfahren.

g. Schlucken.

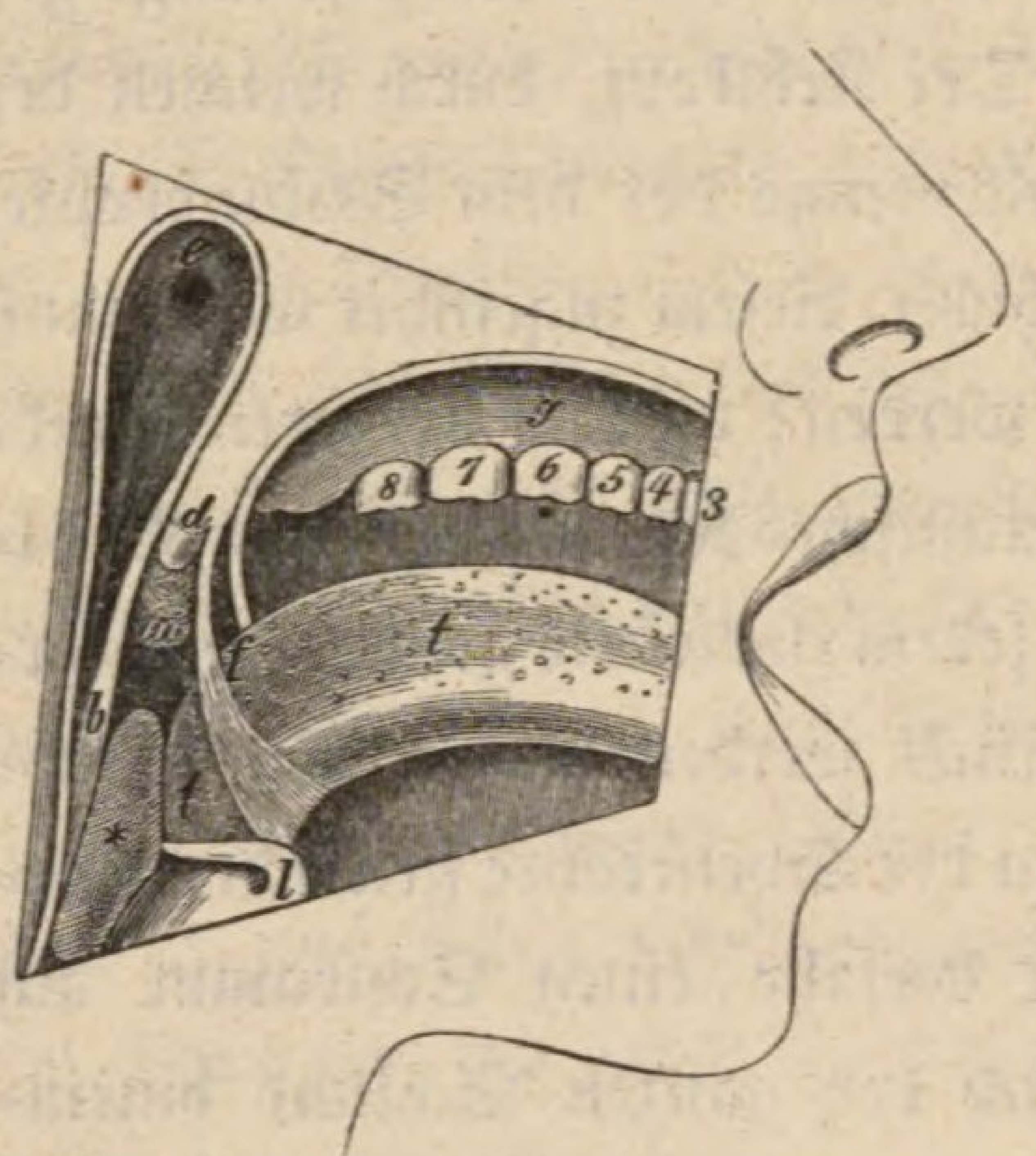
Wenn uns der Anatom die Wege zeigt, durch welche Speise und Trank aus der Mundhöhle in die Speiseröhre gelangen, so mag man wohl erstaunen, daß es Jahr aus Jahr ein, alle Tage so oft wiederholt, immer glücklich damit ablaufen kann. Der Eingang zur Speiseröhre oder zum Schlundkopf,

wie ihre oberste Abtheilung genannt wird, liegt nämlich ganz hinten am Boden der Rachenhöhle. Um dahin zu gelangen, muß Speise und Trank über die Oeffnung zum Kehlkopf (dem oberen Theile der Luftröhre) hinweg schreiten, durch welche Oeffnung auch kein Krümchen hineinfallen darf, und die man doch nicht verschließen kann, ohne das Athemholen vollkommen zu unterbrechen. Eine zweite Mißlichkeit scheint dadurch entstehen zu müssen, daß die Rachenhöhle oben mit der Nasenhöhle in ganz offener Verbindung steht. Was nun die Gefahr wegen der Luftröhre anbelangt, so hat man schon sehr lange gewußt, wie ihr abgeholfen ist. Der Kehlkopf, durch welchen der Weg zur Luftröhre geht, liegt allerdings vor dem Schlundkopfe, und Alles, was aus der Mundhöhle diesem zugeführt wird, muß folglich über jenen hingeschoben werden; an dem vorderen Rande der Kehlkopföffnung sitzt aber ein elastisches Knorpelblatt, der Kehldeckel, so angeheftet, daß es von jedem rückwärts geschobenen Körper nothwendigerweise herabgedrückt werden muß. Die Erfahrung lehrt, daß man, um einen in der Speiseröhre steckenden Körper herabzustoßen, immer ohne Gefahr einen Schwamm auf einer langen Fischbeinsonde durch den ganzen Schlund hineinstoßen kann. — Es legt sich auch noch der Zungenrücken gerade beim Zurückschieben der Speise so über den Kehldeckel, daß der Trank und der Bissen während des Schluckens diesen nicht einmal berühren. Auch können selbst solche Individuen, die durch irgend eine Krankheit ihren Kehldeckel verloren haben, meist noch ohne Gefahr schlucken.

Hingegen kann es einem Jeden nur gar zu leicht geschehen, daß ihm beim Schlucken etwas in „den verkehrten Hals", das heißt in den Kehlkopf hineinkommt, wenn er dabei spricht, lacht oder überhaupt Athem zieht — folglich die Luftröhre offen hält. Und doch hat die Natur auch für diesen Fall Sorge getragen. Die Höhle, die zunächst unter dem Kehldeckel liegt,

ist im Grunde nur eine Art Vorkammer, mit der eigentlichen Luftröhre nur durch eine schmale Längenritze: die Stimmritze, in Verbindung stehend. Die Seitenwände dieser Vorkammer sind wie Taschen eingerichtet, mit zahlreichen Schleimdrüsen versehen. Entgeht irgend ein auch noch so kleines Körperchen dem schützenden Kehldeckel, so wird es ziemlich sicher hier aufgefangen, in Schleim eingehüllt und durch eine Reihe von unwiderstehlichen, heftigen Ausathmungen — Husten — wieder herausgetrieben.

31.



Wie sich also der Bissen während des Schluckens (*) nicht gegen die hintere Wand des Rachens, sondern gegen jene temporäre Zwischenwand (b) stützt, die der hintere Gaumenbogen durch seine Zusammenziehung bildet, so gleitet er auch vom Zungenrücken (t) unmittelbar auf die vordere Wand des Schlundkopfes über, ohne auch nur den Kehldeckel (l), geschweige die Luftröhrenöffnung zu berühren. Während der Zeit ist aber allerdings die Luftröhre geschlossen, das Athmen unterbrochen, und das darf eben nur einen Augenblick dauern. Was nur aus der Mundhöhle in den Schlundkopf, oder umgekehrt aus diesem in jene hinein soll, muß schnell, blitzschnell hinunter oder hinauf. Bedenk-

Fig. 31. Nach Dzondi: Die Funktionen des weichen Gaumens. * Der verschluckte Bissen; b: die zusammengeschnürten Pfeiler des hinteren Gaumenbogens; d: Zäpfchen; f: der vordere Gaumenbogen; g: Gaumen; l: der herabgedrückte Kehldeckel; t: die Zunge.

lichkeiten konnten hier nicht gestattet werden, — somit wurde diese ganze Thätigkeit unserer Willkühr gänzlich entzogen. Da haben Sie nun den Grund, weswegen dem Beobachter keine Zeit mehr zugestanden wird, so wie er mit seinem Löffelblatte das Würgen hervorruft!

In den eben beschriebenen Theilen nimmt also das unbewußte, unwillkührliche Ernährungsleben seinen Anfang. Während die Speise in der Mundhöhle behandelt wurde, nicht nur schmeckten wir sie, wir fühlten auch wie sie war, und was sie in jedem Augenblicke berührte. Die Bewegungen der Zunge sowohl als des Unterkiefers waren nicht nur unserem Bewußtsein, sie waren auch unserer Willkühr unterworfen; wir konnten sie ganz nach unserem Belieben eintreten oder aufhören lassen. Wir wissen durch das Gefühl der Zunge, wann die Speise verschluckt werden darf; es ist mit unserem eigenen Willen übereinstimmend, daß die Zunge die hinlänglich gekaute Speise zu einem Klumpen zusammenbalgt, und diesen, indem sie sich gegen den Gaumen anstemmt, durch den vorderen Gaumenbogen zurück schiebt. Von dem Augenblicke an hingegen, daß dies geschehen, wird Speise und Trank einer Lenkung überlassen, die unserem eigentlichen „Ich" fremd ist. Die eben beschriebene merkwürdige Bewegung des hinteren Gaumenbogens, in jedem Menschen tagtäglich wiederholt, so oft er einen Bissen verschluckt, hat man, wie bereits angeführt, entdecken müssen. Nur gerade wenn der hinter dem vorderen Gaumenbogen eingeschobene Bissen entweder durch seine Temperatur, seine Größe, seine mechanisch oder chemisch eingreifenden Eigenschaften überhaupt, irgend eine schädliche Folge haben könnte, warnt ein dumpfes Gefühl noch gegen die Vernachlässigung der Vorsicht, die wir hätten anwenden sollen, während noch das Verdauungsgeschäft unserer Willkühr untergeben war.

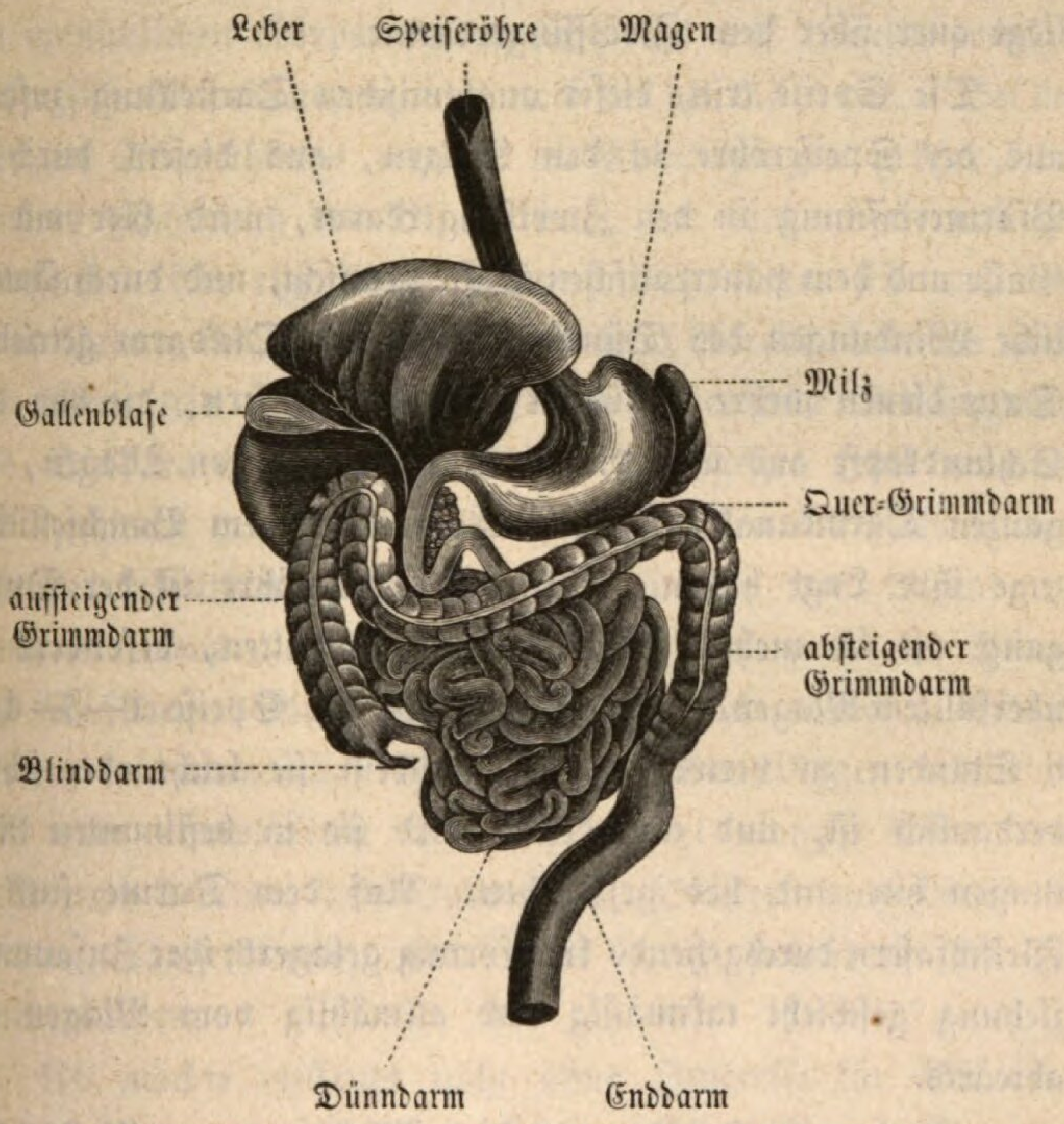
Nehmen wir jetzt nur noch eine Uebersicht von den Wegen, wodurch Speise und Trank weiter zu schreiten haben, und zwar zunächst von diesen Wegen im menschlichen Körper.

Die Speiseröhre mündet dicht unter dem Zwerchfelle in das linke, etwas geräumigere Ende des Magens ein. An diesem Ende ist auch die Milz angeheftet, aus deren innerem Bau man entnehmen muß, daß sie zur Blutbereitung dient, jedoch, sonderbarer Weise, nicht ganz unentbehrlich ist, indem dieses große Eingeweide lebenden Hunden ausgeschnitten worden (namentlich von Professor Schultze), ohne daß ihrem Befinden wesentlicher Eintrag geschehen.

Die Grenze zwischen Magen und Darm ist inwendig durch eine wenig vorspringende, aber mit kräftigen Fleischfasern versehene Kreisfalte bezeichnet: die sogenannte Pförtnerklappe. Die erste Strecke des Darmes, der Zwölffingerdarm genannt, schmiegt sich in zwei starken Biegungen um die Bauchspeicheldrüse (Pancreas), und nimmt sowohl den Ausführungsgang dieser Drüse wie auch den Gallengang auf. Die Galle wird in der Leber abgesondert, und der Gallengang nimmt sie theils unmittelbar aus derselben auf, theils mittelbar, nachdem sie erst in der Gallenblase verweilt hat. Auf den Zwölffingerdarm folgt die übrige sehr bedeutende Strecke des Dünndarmes, auch (obgleich ziemlich willkührlich) als Leerdarm und Krummdarm unterschieden. An die Wirbelsäule ist die ganze Strecke durch das Gekröse befestigt. Dieses ist eine Falte von dem dünnen, glatten Bauchfelle, das nicht nur den Darm sondern auch alle übrige Baucheingeweide mehr oder weniger überzieht, wodurch eben ihre freie gegenseitige Bewegung möglich wird. Das Gekröse schließt die Gefäße und Nerven des Darmes ein. Hinten an der Wirbel-

säule, vorn an dem ungleich längeren, vielfach gewundenen Darme befestigt, ist es sehr stark gekräuselt, wodurch es dem Darme selbst eine überaus freie Bewegung und veränderliche Lage gestattet. Nur das letzte Ende vom Krumm-

32.



darm hat eine stete Lage an der inneren Fläche des rechten Darmbeins. Hier liegt das entsprechende blinde Ende des Dickdarms, mit einem dünnen Anhange versehen, Wurmfortsatz genannt, und bei der Verbindung des Dünn- und Dickdarms ist die innere Haut als eine Klappe gestaltet, die jedes Zurücktreten des Inhalts gänzlich verhindert.

Fig. 32. Verdauungswerkzeuge des Menschen. Nach Milne Edwards: Elémens de Zoologie.

Der Dickdarm ist größten Theils durch ein viel strafferes Gekröse an die hintere Bauchwand geheftet, und zwar in zweimal rechtwinkelig geänderter Richtung, wodurch er als aufsteigender Grimmdarm, Quergrimmdarm, absteigender Grimmdarm und Mastdarm unterschieden werden kann. Der Quergrimmdarm liegt quer über dem Zwölffingerdarme.

Die Speise tritt, dieser anatomischen Darstellung zufolge, aus der Speiseröhre in den Magen, aus diesem durch die Pförtneröffnung in den Zwölffingerdarm, wird hier mit der Galle und dem pancreatischen Safte gemischt, und durch sämmtliche Windungen des Dünndarms in den Dickdarm getrieben. Dazu dienen mehre Schichten von Fleischfasern, die von dem Schlundkopfe aus über die Speiseröhre und den Magen, den ganzen Darmkanal entlang zunächst unter dem Bauchfellüberzuge ihre Lage haben. In der Speiseröhre ist der Durchgang oft in mehren Minuten zurückgehalten, besonders bei überfülltem Magen. Im Magen hat die Speise 1—3—4 bis 6 Stunden zu verweilen, je nachdem sie leicht oder schwer verdaulich ist, und unterdessen wird sie in bestimmten Richtungen hin und her geschroben. Auf dem Darme sind die Fleischfasern durchgehends kreisförmig gelagert; ihre Zusammenziehung geschieht taktmäßig und allmählig vom Magen aus abwärts.

„Woher weiß man nun dies Alles so genau?" möchten Sie vielleicht fragen. Man weiß es größtentheils allerdings aus Beobachtungen an Thieren, zum Theil jedoch auch aus Beobachtungen an lebenden Menschen. Dergleichen anzustellen hat besonders ein amerikanischer Arzt, Namens Beaumont, Gelegenheit gehabt, und zwar an einem jungen Burschen, der nach einer Schußwunde eine große Oeffnung von außen in den Magen hinein behalten hatte, und der die Beobachtungen gern gestattete, um zur Förderung der Wissenschaft das

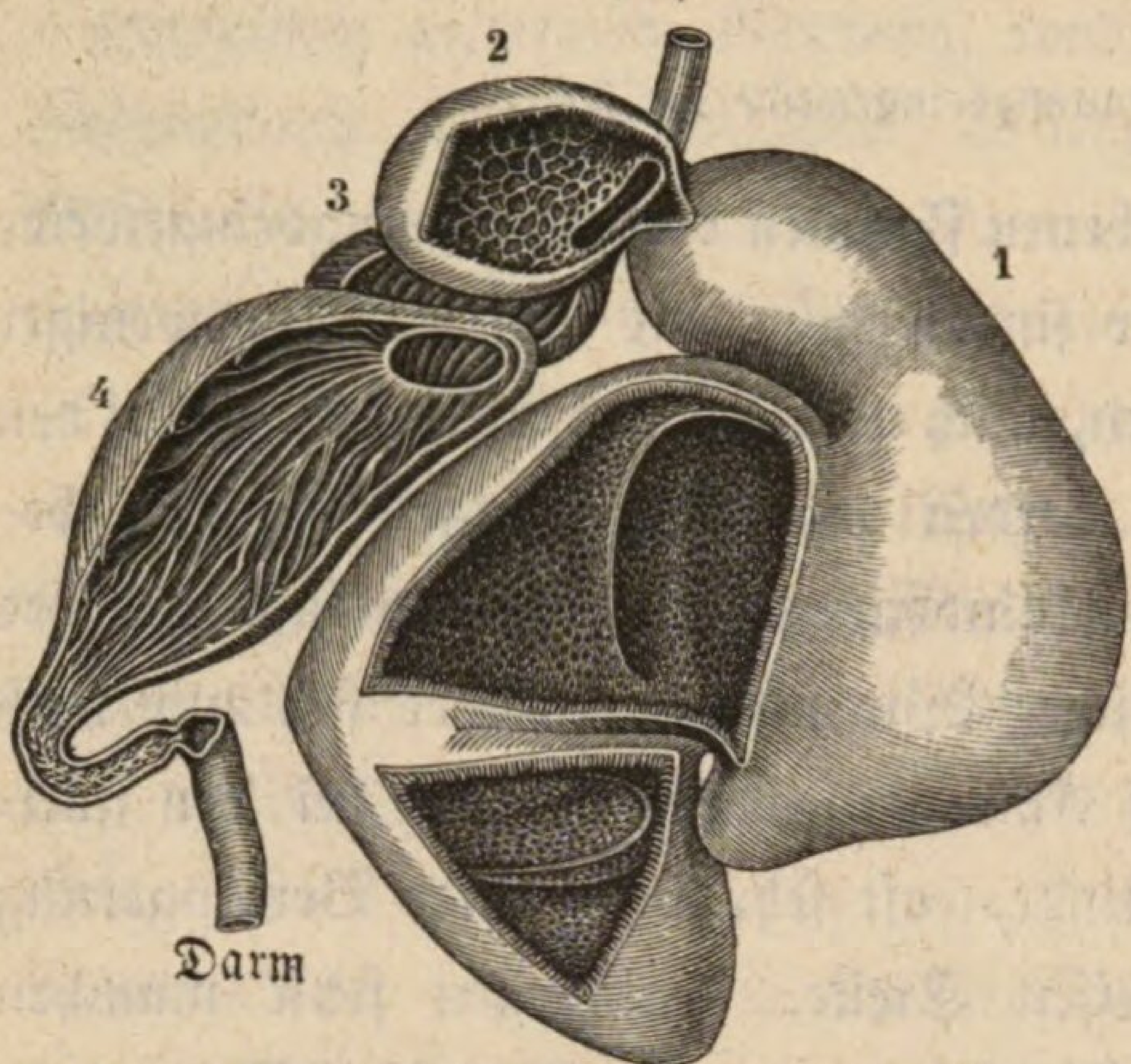
Seinige beizutragen und für sich selbst eine passende Gratification zu erhalten.

i. Verdauungseingeweide der Thiere.

Die eben beschriebenen Formen der Verdauungseingeweide im menschlichen Körper finden sich, bis auf einzelne weniger wesentliche Abweichungen, auch noch bei den Affen vor. Bei den übrigen Säugethieren werden die Abweichungen größer, besonders hinsichtlich des Blinddarms, der Gallenblase und des Magens. Ein eigentlicher Wurmfortsatz findet sich nur noch beim Orang und beim Chimpanse vor; bereits bei den übrigen Affen tritt eine blinde, oft sehr bedeutende Verlängerung des Dickdarms an dessen Stelle. Hingegen fehlt manchen Säugethieren (einigen Raubthieren und allen mit Zähnen versehenen Wallthieren) nicht nur gänzlich der Blinddarm, sondern damit zugleich jeder Unterschied zwischen Dünn- und Dickdarm. Auch die Gallenblase fehlt manchen Säugethieren, wie namentlich dem Pferde. Der Magen erhält einen mehr complicirten Bau bereits bei einigen Affen, viel mehr noch bei den von Baumrinde, Blättern und Gras lebenden Säugethieren, und zwar ganz besonders bei den Wiederkäuern.

Es möchte vielleicht nicht ohne Interesse für Sie sein, einen solchen recht sehr complicirten Säugethiermagen etwas genauer anzusehen. Bekanntlich steigt das Futter bei den Wiederkäuern, nachdem es in den zwei ersten Abtheilungen des zusammengesetzten Magens bearbeitet worden, wieder in die Mundhöhle hinauf, um dort zum zweiten Male gekaut zu werden, und dann erst in die dritte und vierte Abtheilung, um aus diesem in den Darm geführt zu werden. Daß das Futter zum ersten Male verschluckt in eine ganz andere Höhle hineintritt als zum zweiten, muß richtiger so gedeutet werden,

33.



daß alle große verschluckte Klumpen einen Durchgang aufsperren, der sonst geschlossen ist. Dieser Durchgang führt gerade in den ersten (Pansen) und zweiten Magen (Netzmagen oder Haube). Man sieht ihn am deutlichsten von diesen aus, gerade an ihrer gemeinsamen Verbindungsöffnung. Gewöhnlich muß er als geschlossen gedacht werden, und die ganz weichen Nahrungsmittel gehen, so wie das Wasser, ihm vorbei, gerade in den dritten Magen (Blättermagen oder Löser) hinein, von dort in den vierten (Labmagen oder Käsemagen). Während die Oeffnung klafft, wie dies gewöhnlich nach dem Tode der Fall ist, nimmt der angehörige unterste Theil der Speiseröhre sich als eine Rinne aus, daher er auch die Schlundrinne genannt wird. Die ganze Einrichtung dieser zu gewissen Zeiten geschlossenen, zu andern klaffenden Oeffnung mit ihren muskulösen, lippenförmigen Rändern hat eine handgreifliche Aehnlichkeit mit der oben beschriebenen des hinteren Gaumenbogens. Die Natur bringt oft ganz verschiedene Wirkungen durch eine und dieselbe Vorkehrung hervor, anscheinend so einfach, daß sie an und für sich — namentlich nach dem

---

Fig. 33. Der vierdoppelte Magen von einem Lamm, 9 mal verkleinert. (Nach Carus: Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. 4tes Heft. Taf. 9, Fig. 16). — 1. Pansen; 2. Netzmagen oder Haube; 3. Blättermagen oder Löser; 4. Lab- oder Käsemagen.

Tode — betrachtet, eine solche verschiedenartige Wirkung gar nicht vermuthen läßt.

Im Gegensatze zu den pflanzenfressenden Säugethieren sind bei fleischfressenden die Formen des Magens und des Blinddarms eben so einfach, wo nicht einfacher gebildet als bei dem Menschen und den Orang-Affen. Der Magen ist klein, und dabei fehlt mitunter der Blinddarm gänzlich, so daß der ganze Gegensatz zwischen Dickdarm und Dünndarm wegfällt. Im Ganzen genommen scheinen also die Pflanzentheile eine vielfältigere, die thierischen eine einfachere Bearbeitung zu bedürfen, und so erklärt es sich, daß viele Pflanzenfresser, sogar Wiederkäuer, zum Theil an thierische Kost gewöhnt werden können (die Kühe in Grönland z. B. an getrocknete Fische), nie aber ein fleischfressendes Thier an Gras. Baumfrüchte jedoch scheinen, hinsichtlich der erforderlichen Bearbeitung, den thierischen Stoffen fast näher zu stehen als den übrigen pflanzlichen. In den fruchtfressenden Säugethieren sind die Verdauungsorgane fast wie in den Fleischfressern gebildet, und bekanntlich mögen auch die Fleischfresser häufig gar gern Früchte, der Fuchs z. B. die Vogelbeeren.

Wie richtig diese allgemeinen Regeln nun auch sein mögen, so darf man sich dennoch kaum schmeicheln, das wesentlich Bestimmende in der Formverschiedenheit des Darmrohres bereits aufgefaßt zu haben. In jeder Thierfamilie herrschen bestimmte Formen vor, wenngleich die Nahrungsweise bei den verschiedenen Arten derselben eine sehr verschiedene ist. Unter den Wallthieren z. B. giebt es wahre reißende Thiere (die Schwertfische), die den größeren Wallfischen den Speck und das Fleisch vom Körper abreißen bis sie verbluten; die meisten Zahnwalle und Bartenwalle leben von Fischen oder Tintenfischen, einige Bartenwalle (die Glattwalle) jedoch nur von kleinen Krebs- und Weichthieren — und dennoch haben alle Wallthiere drei

besonders gebildete Magenräume, alle Bartenwalle einen kleinen Blinddarm und deutlich ausgesprochenen Dickdarm, alle Zahnwalle hingegen keinen Gegensatz des Dünndarmes zum Dickdarme.

Sehen wir auf die übrigen Thierklassen hin, so wird es immer deutlicher, daß die Form der Verdauungswerkzeuge sich der allgemeinen Organisation weit entschiedener anschließt, als der eigenthümlichen Lebensweise. Unter den Vögeln z. B. zeichnen sich allerdings die eigentlichen Raubvögel von den körnerfressenden durch einen einfacheren Magen bedeutend aus; unter diesen eigentlichen Raubvögeln jedoch giebt es Arten, die nicht weniger als die Schwimmvögel ausschließlich von Fischen leben, und dennoch haben sie einen eben so einfachen Magen als die übrigen Raubvögel, keinesweges den dickfleischigen der Schwimmvögel. Sämmtliche Vögel haben übrigens eine und dieselbe Hauptform der Verdauungsorgane im Gegensatz zu der der Säugethiere. Bei allen befindet sich eine Erweiterung der Speiseröhre, der sogenannte Kropf (vielleicht dem ersten Wiederkäuermagen entsprechend), ein drüsiger Vormagen (vielleicht der eigentliche Magen), und dann noch ein Muskelmagen (vielleicht der Pförtnerhälfte des Säugethiermagens entsprechend); ferner zwei Blinddärme u. s. w. u. s. w.

k. Wahl der Nahrungsstoffe.

Sie werden es oft gehört haben, daß so wie der Mensch im ganzen Bau seiner Verdauungswerkzeuge den Affen, und zumal den Orang-Affen bei weitem am nächsten steht, so müsse ihm auch von der Natur zunächst der Genuß von Baumfrüchten angewiesen sein. Aus der gegebenen Darstellung jedoch möchte es sich, meiner Meinung nach, erweisen, daß diese Behauptung unbegründet ist. Der anhaltende Genuß von Baumfrüchten bekommt dem Menschen keinesweges am besten. Wenn der

Mensch, trotz der Aehnlichkeit seines ganzen Körperbaues mit dem der Affen, seinem Geschmacke und seiner Erfahrung nach Fleisch den Früchten vorzieht, so ist dies kaum mehr einer Entartung zuzuschreiben, als wenn die verschiedenen Wallthiere trotz der Aehnlichkeit ihres Magenbaues so sehr verschieden leben, oder als wenn die Bären, trotz der Aehnlichkeit ihres ganzen Körperbaues mit dem der reißenden Thiere, Honig und Ameisen oder Wurzeln und Früchte vorziehen, und dabei, oft ohne auch nur je Fleisch zu kosten, ausgezeichnet stark und fett werden.

Ich muß es als meine feste Ueberzeugung aussprechen, daß wir hinsichtlich der Wahl der Nahrungsmittel einen weit sicherern Anzeiger in unserem Geschmack als in der chemischen Analyse haben, in unserer Erfahrung einen weit zuverläßigeren als in der Theorie. Erlauben Sie mir, diesen Satz durch ein Beispiel zu erläutern!

Vor etwa 40 Jahren stellte ein ausgezeichneter französischer Chemiker, Namens d'Arcet, die Behauptung auf, daß man aus den Knochen des Rindes, durch sehr starkes Kochen fast um die Hälfte so viel Nahrungsstoff gewinnen könne, als aus dem Fleische. Von dem theoretischen Standpunkte gesehen hatte die Behauptung viel für sich; denn der Knochenleim gehört in der That zu den organischen Stoffen, und ist aus den gewöhnlichen vier Grundstoffen dieser zusammengesetzt. Auch machte sie sehr viel Aufsehen. Beinsuppen statt Fleisch anzuwenden sollte in den Hospitälern, Gefängnißen und anderen öffentlichen Anstalten befohlen, in den Privathäusern anempfohlen werden. Mit Ausnahme von d'Arcet selbst, wollten sie aber Niemand schmecken. Man hielt es für Vorurtheil oder gar Trotz. Doch der Widerwillen oder die Widerspenstigkeit nahm eher zu als ab. Auch wurde die Sache dadurch verdächtig, daß selbst Thiere die Beinsuppe verschmähten; ja ein Vie-

tualienhändler gab an: es wäre in seinem Lager eine große Verwüstung angerichtet, indem die Ratzen den Weg dazu gefunden; Alles hätten sie angegriffen bis auf Eins — seine Beinsuppenextracte! Auch die Ratzen? — Da wurde nun ein Comitee erwählt. Der Bericht desselben ließ lange auf sich warten, war aber allerdings, wie er nach vielen Jahren erschien, höchst interessant. Hunde, die doch frische Knochen gern mit den Zähnen zermalmen und verzehren, waren Hungers gestorben, ohne die Beinsuppe anlecken zu wollen. Brod oder Fleisch nährte kaum so viel mit Beinsuppe gemischt, als ohne dieselbe. Es wurde klar, daß der Knochenleim durch die übertriebene Hitze, die das Wasser gebraucht um ihn auszuziehen, seine nährenden Eigenschaften ganz einbüßt. — Wahrlich durch dergleichen Erfahrungen muß man schon vorsichtig werden, sich selbst und Andern gar zu strengen Zwang in der Wahl der Nahrungsstoffe aufzulegen!

l. Zähne.

In der Darstellung der Lebenserscheinungen wollte ich mich an eine kurze Uebersicht halten, dann und wann jedoch „Ihnen die eine oder die andere Thätigkeit, das eine oder das andere Organ ganz genau erläutern". Wir haben heute noch Zeit, diese Bestimmung auf irgend eins der bereits besprochenen Organe in Anwendung zu bringen. Wählen wir die Zähne, diese steinharten, der Form nach mitunter krystallähnlichen Organe, die man kaum des Lebens theilhaft ansehen möchte, vielmehr nur als fremdartige, dem lebenden Körper eingekeilte Werkzeuge! In der eben gegebenen Uebersicht ist von ihnen eben nur gesagt worden, daß sie am freien Rande des Ober- und des Unterkiefers in zwei parabolischen, dichtgeschlossenen Rei-

hen eingepflanzt sind; daß ihre Kauflächen beim Menschen alle in einer und derselben Höhe liegen, und daß sie bei den verschiedenen Thieren hinsichtlich der Zahl, der Form und der Stellung äußerst verschieden sind, der verschiedenen Lebensweise entsprechend. Dies alles wollen wir nun etwas genauer durchgehen.

Beide Zahnreihen des Menschen haben allerdings eine parabolische Form; diese ist aber nicht genau dieselbe für beide. Die obere Zahnreihe bildet einen Abschnitt einer kleineren, die untere den einer größeren (mehr gespreizten) Parabole, und also geschieht es, daß bei geschlossenem Munde die obere Zahnreihe vorn die untere überragt, hinten jedoch von ihr etwas überragt wird. Bei manchen Meschenracen ist das Verhältniß insofern verschieden, daß beide Zahnreihen vorn gerade auf einander fallen, wodurch sämmtliche Vorderzähne allmählig wagerecht abgenutzt werden. Dies ist namentlich der Fall bei den alten Ägyptern, den Esquimos und bei den Ureinwohnern des nördlichen Europas (aus den Hünengräbern mit steinernen Geräthschaften). Nicht nur die beiden Zahnreihen fallen in der Regel nicht gerade auf einander, sondern auch noch jeder einzelne Zahn fällt kaum irgendwo gerade auf einen einzelnen, vielmehr auf zwei der entgegenstehenden. An den hinteren Backenzähnen ist dies nicht immer ganz deutlich, am deutlichsten immer an den Vorderzähnen, von denen die oberen viel breiter sind, und an den Eckzähnen, von denen die oberen dadurch eben immer hinter die unteren fallen. Den langen Eckzähnen mancher Thiere wird auch dadurch um so leichter Platz gemacht; beim Menschen, dem dergleichen lange Eckzähne wie überhaupt alle Zeichen einer rohen Kraft nicht zukommen, und dessen Zähne in jedem Kiefer dichtgeschlossen, zusammen fast nur eine parabolische Kaufläche darbieten,

scheint die ungleiche Breite der Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer nur die Vertheilung des Druckes von jedem einzelnen Zahne zu vermitteln.

m. Bildung der Zähne.

Es ist Ihnen bereits früher im Laufe dieser Vorträge angedeutet worden, daß der Ausbruch der Milchzähne, so wie auch ihrer Stellvertreter sehr früh schon vorbereitet wird. Kaum werden Sie jedoch daraus entnommen haben, wie früh die Bildung dieser Organe ihren Anfang nimmt.

Man ist nämlich in den letzteren Jahren zur Gewißheit gekommen, daß die Milchzähne bereits am ganz zarten Embryo aus dem zweiten Monate der Schwangerschaft sichtbar sind, und zwar, auffallenderweise, an Ort und Stelle, wo sie so viel später wieder sichtbar sein sollen: auswendig an dem Zahnfleische! — allerdings jedoch eben nur als winzig kleine, weiche Erhöhungen, die erst im Innern der Kiefer ihre fernere Entwickelung durchzugehen haben. Die tiefe Rinne im Zahnfleische, worin sie sitzen, schließt sich um sie zu und wird in Fächer abgetheilt, worauf nun jeder Zahnkeim in einem kleinen Säckchen verborgen sitzt. Das Merkwürdigste dabei dürfte noch sein, daß es nicht lange dauert, bevor aus diesem Säckchen ein Nebensäckchen sich ausstülpt, das für den Stellvertreter bestimmt ist, der erst dann in Anspruch genommen werden soll, wenn der Milchzahn ausgebildet, abgenutzt (etwa im 8ten—11ten Jahre) und herausgefallen.

Betrachten wir nun jenes kleine Säckchen mit seinem zarten Zahne im Innern des Kiefers verborgen. Der Zahn bildet sich zuerst als eine ganz weiche Zahnkrone aus, sitzt am

Boden des Säckchens angewachsen, und wird von hier aus mit zahlreichen Blutgefäßen und Nerven versehen. In diesem noch ganz weichen Zustande, oder als sogenannter Zahnkeim, wächst nun die Krone innerhalb des Säckchens so lange, bis sie ihre volle Größe, und dabei auch gerade die Form erreicht, die überhaupt dem harten Zahnbeine zukommt. Wenn die weiche Zahnkrone ihre volle Ausstreckung erhalten hat, so verknöchert sie allmählig von außen nach innen, jedoch nur bis an ihren Kern, der immer noch weich und in fortdauernder Verbindung mit den Blutgefäßen und Nerven des Kiefers verbleibt. Außerdem tritt noch folgende merkwürdige Bildung ein. Um die Zahnkrone herum liegt im Säckchen anfangs ein wasserheller klebriger Stoff. Er besteht aus unzähligen sehr langen, schmalen, meist sechseckig-prismatischen Zellen, dicht an einander schließend und gegen die Achse der Zahnkrone gerichtet. Sobald nun die Zahnkrone an ihrer ganzen Oberfläche verknöchert ist, werden jene langen prismatischen Zellen nach und nach steinhart, weit härter als das eigentliche Zahnbein. Dies ist der Schmelz der Zahnkrone, und diese ist jetzt reif zum Hervortreten. Während ihr vom Boden des Zahnsäckchens die Wurzel noch anwächst, rückt sie dem Zahnfleische immer näher; dieses und das Zahnsäckchen selbst schwinden, und die mit dem schönweißen Schmelze über=

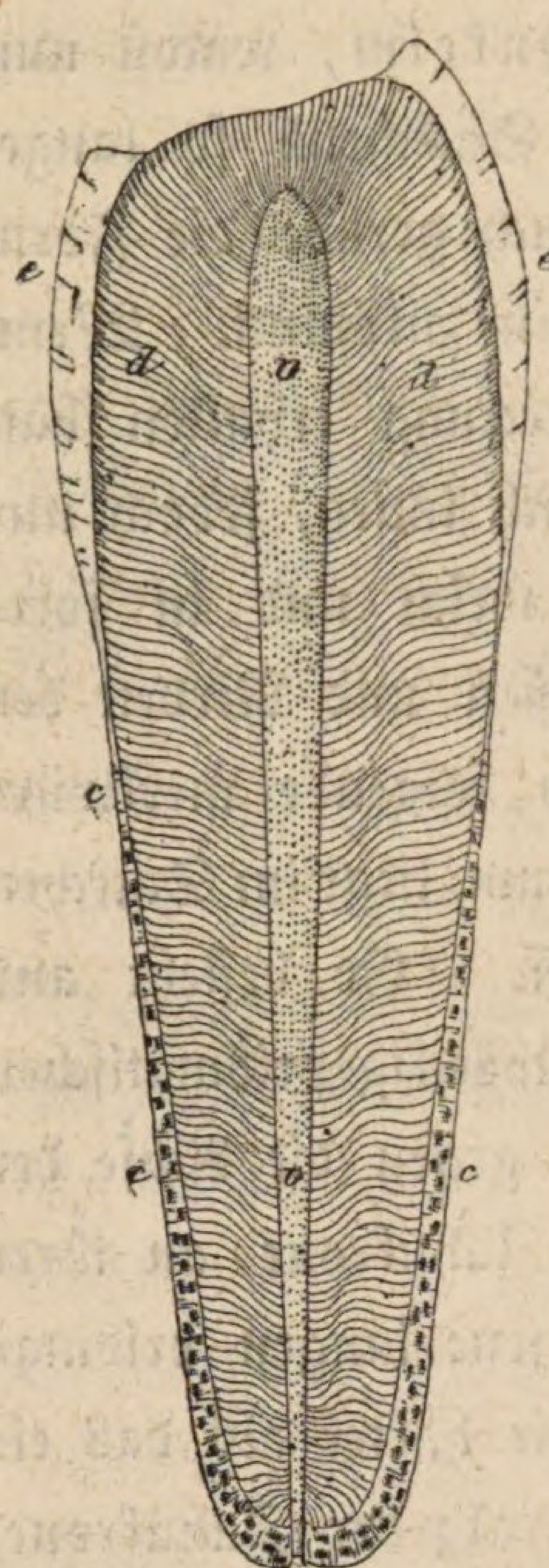
34.



Fig. 34 (nach Milne Edwards). Schematische Darstellung vom Keime eines Backenzahnes in dem Zahnsäckchen eingeschlossen. Von unten treten die Gefäße und Nerven zum Keime hinein. Die Verknöcherung hat eben nur an den Hervorragungen der Kaufläche ihren Anfang gemacht. In der schwarz angegebenen Höhle des Zahnsäckchens liegt um den Zahnkeim herum der wasserklare, sogenannte Diamantkörper, woraus sich später der Schmelz bildet.

zogene Kaufläche kommt an den Tag. Die Zahnwurzel ist nicht vom Schmelze gedeckt, hat aber einen Ueberzug von wahrer Knochenmasse, Cement genannt.

35.



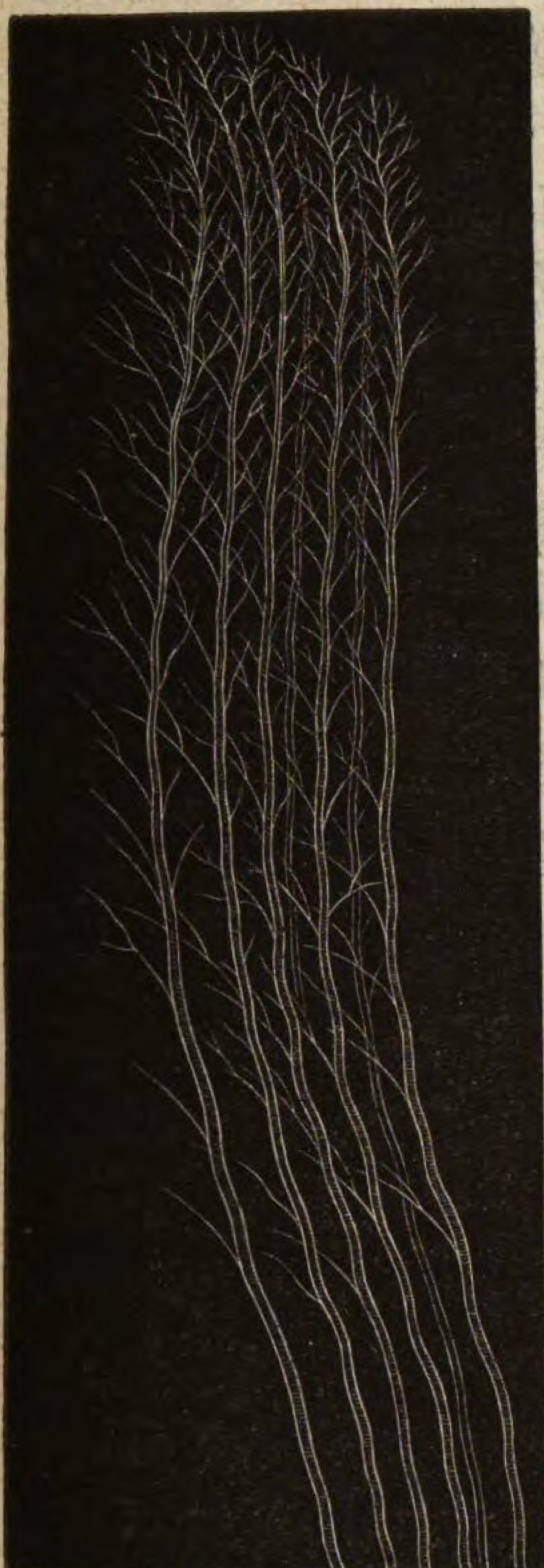
n. Bau der Zähne.

Nicht nur der Schmelz, auch das Zahnbein hat einen besonderen inneren Bau. Dies ist bereits vor anderthalb Jahrhunderten von dem holländischen Beobachter Leeuwenhoek angegeben worden. Zu der Zeit aber achtete man nicht dergleichen Beobachtungen. Leeuwenhoek war kein Gelehrter — konnte nicht Latein schreiben! er machte sich sein Mikroskop selbst, seine Linsen namentlich aus Tropfen von geschmolzenem Glas. Daß er mit so schwachen Hülfsmitteln unter unzähligen Entdeckungen auch diese gemacht, wurde erst bemerkt, nachdem der feinere Bau der Zähne vor etwa 16 Jahren auf eine bei weitem vollständigere Weise darge-

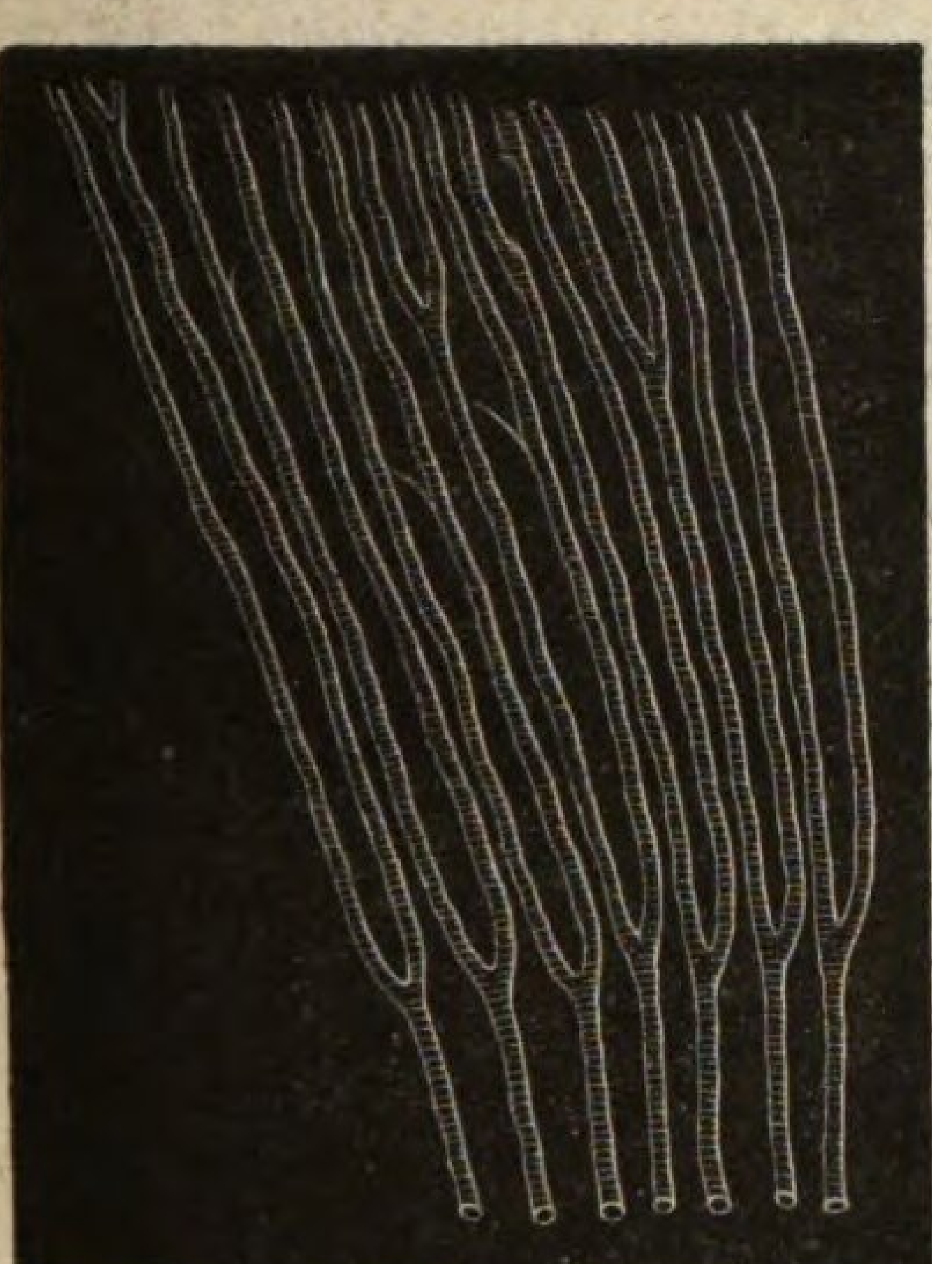
---

Fig. 35. Durchschnitt von einem der kleinen, einwurzeligen Backenzähnen eines erwachsenen Menschen, viermal vergrößert. (Diese, wie auch die Figur 36 und 37, nach A. Retzius: in den Schriften der Königl. Akad. d. Wissensch. in Stockholm für 1836.) c, c: der Cementüberzug an der Zahnwurzel mit seinen Knochenzellen; d, d: das Zahnbein mit seinen wellenförmigen Kalkröhren; e, e: der Schmelzüberzug an der Zahnkrone, oben zum Theil zerbrochen; v, v: die Höhle für den sich erhaltenden Theil des Zahnkeimes. Die an ihrer Wand sichtbaren Pünktchen sind die Oeffnungen jener Kalkröhren des Zahnbeins. Ganz unten ist die Höhle offen für den Durchgang der Gefäße und Nerven.

36.



37.



legt worden, und zwar gleichzeitig von den Professoren Andr. Retzius in Stockholm und Purkinje in Breslau. Das Zahnbein, auf Kosten des Zahnkeimes, anscheinend durch eine Verknöcherung desselben von außen nach innen gebildet, ist von unzähligen langen, dünnen, schwach verzweigten, kalkigen Röhren durchzogen, im Ganzen genommen parallel mit einander, in schwach wellenförmigen Biegungen nach der äußeren Oberfläche des Zahnbeins gerichtet. An äußerst dünn geschliffenen Plättchen erkennt man, daß sie von der Zahnhöhle aus erst dichotomisch sich theilen, darauf nur sehr dünne Zweigchen aussenden, und unterdessen selbst immer dünner werden, bis sie endlich an dem äußeren Ueberzuge des Zahnbeins verschwinden. Sie entstehen bei der Verknöcherung des Zahnbeines, und haben wohl nur die Bedeutung jener äußerst feinen, verzweigten Gänge, die aus den Knochenzellen ausstrahlen (Fig. 15, Pag. 69).

Fig. 36 und 37. Die Kalkröhren des Zahnbeins sehr stark vergrößert. Fig. 37 zeigt ihre dichotomische Theilung zunächst der Zahnhöhle, Fig. 36 ihre Verzweigung nach der äußeren Oberfläche hin.

Bei dem anhaltenden Gebrauche der Zähne wird zuletzt der ganze Schmelzüberzug der Kaufläche abgenutzt, und das Zahnbein kommt zum Vorschein, von dem Schmelzüberzuge der Seitenflächen wie eingezäunt. Diese nothwendige Folge des Scheuerns ist an allen Säugethierzähnen kenntlich, obgleich in sehr verschiedenem Grade, je nach dem verschiedenen Grade des Gebrauches. Wenn somit die Zähne ihrer Schmelzdecke beraubt worden, verlieren sie allerdings an Stärke, leisten aber immer noch gute Dienste. Dies mußte auch ganz besonders bei denjenigen Säugethieren nothwendig sein, die sich von Gras, Baumrinde und anderen schwerverdaulichen Pflanzentheilen nähren, wie z. B. bei den Elephanten, und anderen Dickhäutern, den Pferden und verschiedenen Nagethieren. An den Zähnen dieser Thiere ist demzufolge die merkwürdige Vorkehrung getroffen, daß sie beim Gebrauche immer schärfer werden. Ich vermuthe, Sie möchten wohl erfahren, auf welche Weise etwas so „unmögliches", wie es vielleicht mancher Messerschmidt nennen würde, ausgeführt wird. Die ganze Vorkehrung ist ziemlich einfach. Die annoch weiche Zahnkrone, oder der sogenannte Zahnkeim, hat eine durch starke Erhöhungen und Vertiefungen sehr unebene Oberfläche; der darauf gebildete Schmelz kann nicht weniger uneben sein, und in die Vertiefungen des Schmelzes schmiegt sich das Cement hinein. Wir wollen nun einmal als Beispiel den Backenzahn eines Elephanten wählen. Stellen Sie sich vor, daß seine Zahnkrone, bereits während sie noch ganz weich war, von einer Reihe Quererhöhungen besetzt gewesen, von denen jede einer eigenen Wurzel des großen Zahnes entspricht. Sämmtliche diese Erhöhungen sind bereits verknöchert und von einer Schmelzschicht belegt worden, darauf in eine Cementschicht wie eingebettet. Der somit voll ausgebildete Zahn reibt sich nun an seinem Gegner des andern Kiefers mehr

und mehr ab, während alle beide im gemeinsamen Dienste des vielfressenden Thieres stehen. Zunächst trifft die Abnutzung den Schmelzüberzug am Gipfel jeder Quererhöhung. Wie steinhart er auch ist, er geht doch bald dabei drauf. Dann aber bietet seine fast senkrechte Platte an der Seitenfläche der Abnutzung einen hartnäckigen Widerstand, namentlich einen weit kräftigeren, als das entblößte Zahnbein und das Cement. Eine nothwendige Folge davon ist nun, daß diese Schmelzplatte auf der großen Kaufläche als ein schmaler, aber steinharter, scharfer Saum um jede der abgenutzten Quererhöhungen hervorragt, und zwar um so mehr, je stärker diese vom Kauen abgerieben wird. Da der Schmelzüberzug auch die Zwischenräume der Erhöhungen überzieht, so hält er auch noch vor, wenn endlich diese selbst ganz abgenutzt sind, und wenn die Inselchen, die sie auf der großen Kaufläche in der Cementmasse bildeten, mit einander verschmelzen.

38.



Bei den andern oben genannten Thieren ist die weiche Zahnkrone der Backenzähne meistens als eine einzelne Erhöhung mit vielen Vorsprüngen und stark wellenförmigen Umrissen gebildet. Durch die Abnutzung entsteht dann selbstfolglich eine nicht weniger wellenförmige Figur des Schmelzumrisses. Es scheint bei diesen sogenannten „gefalteten" Zähnen mehr auf das kleinliche Zerschleißen des Futters abgesehen.

39.



Fig. 38. Abgenutzte Kaufläche vom Backenzahne eines afrikanischen Elephanten. Zuoberst die eines viel stärker abgenutzten voranstehenden Backenzahns. Nach Fr. Cuvier: des dents des mammifères.

Fig. 39. Die Kaufläche an den drei hintersten Backenzähnen des Unterkiefers von einem Pferde. Nach F. Cuvier: des dents des mammifères.

Die Wurzel eines Zahnes entsteht dadurch, daß der zuletzt vom Boden des Zahnsäckchens sich erhebende Theil des Zahnkeimes schmäler ist. Die Wurzel bezeichnet den Theil des Zahnes, der nicht bestimmt ist, über das Zahnfleisch frei hervorzutreten, was auch schon dadurch nicht geschehen kann, daß der Keim zu wachsen aufhört. Verschiedene Säugethierzähne sind aber bestimmt, das ganze Leben hindurch fortwährend zu wachsen. Ihr Keim fährt also selbst fort zu wachsen, und das vom Boden des Säckchens neu Anwachsende wird dabei immer breiter. Eine eigentliche Wurzel wird sofort gar nicht gebildet. Dergleichen Zähne werden „offene Zähne" genannt, in Bezug auf die tiefe, hinten klaffende Höhle des Zahnbeins für den großen, nicht verknöcherten Keim. Als bekannte Beispiele von dergleichen offenen Zähnen kennen Sie die Stoßzähne (Schneidezähne) des Elephanten, den langen linken Schneidezahn des Narwalls, die Eckzähne in beiden Kiefern des Babirussenschweins und im Oberkiefer des Wallrosses, so wie auch die Schneidezähne in beiden Kiefern der Nagethiere. Mit Ausnahme der zuletzt genannten sind diese offenen Zähne nicht zum Schleißen bestimmt, stoßen nicht an einen entgegengesetzten, und haben somit einen freien Spielraum für ihren Wuchs; sie dienen den meisten Thieren zur Wehr, dem Narwallmännchen zum Durchstoßen der Eisdecke, dem Wallroß zum Loskratzen der Muscheln. Die Vorderzähne der Nagethiere sind hingegen bestimmt, von beiden Kiefern gegenseitig auf einander zu wirken wie die beiden Blätter einer Schere. Auch haben sie ihre verschiedenen Bestandtheile so geordnet, daß sie (wie jene Backenzähne) durch den Gebrauch selbst geschärft werden, und zwar dadurch, daß sie nur an ihrer vorderen Fläche von dem Schmelze überzogen sind. Es ist nothwendig, daß sie anhaltend wachsen im Verhältniß zu ihrer Abnutzung; umgekehrt

aber ist es nicht weniger nothwendig, daß sie anhaltend geschliffen werden im Verhältniß zu ihrem Wuchse. Geschieht dies nicht, so wachsen sie, wegen ihrer gekrümmten Form, zumal im Oberkiefer, in einem Kreisbogen in die Mundhöhle hinein, und nicht nur wird dem Thiere dadurch alles Nagen gänzlich versagt, sondern auch noch das Schließen des Maules. Es scheint ein solcher Fall bei Ratzen und Mäusen nicht ganz selten zu sein, wie ich es denn auch selbst einmal an einem armen Mäuschen beobachtet habe.

40.



In einem früheren Vortrage wurden Ihnen die harten Zähne als Beispiel genannt, daß die Form der Organe nicht wie die der Krystalle in der chemischen Mischung des Stoffes begründet sei. Die eben gegebene Darstellung der Zahnbildung wird Ihnen, wie ich hoffe, gerade durch die größere Ausführlichkeit um so viel besser von der Bündigkeit der Behauptung überzeugt haben.

o. Zahnwechsel.

Der Zahnwechsel ist Ihnen auch schon als ein Beispiel genannt worden, und zwar als ein Beispiel vom Organwechsel überhaupt. Erlauben Sie mir noch diese Erscheinung, namentlich beim Menschen, zur größeren Verdeutlichung etwas genauer zu beschreiben.

Suchen wir zuerst den Grund des Zahnwechsels! Die Zähne können, wenn einmal verknöchert, gar nicht mehr wachsen, wie dies die Knochen durch neue Knorpelbildung an

Fig. 40. Skeletirter Kopf einer Hausmaus mit verrenktem Unterkiefer. (Originalzeichnung).

der äußeren Fläche es thun; denn an der äußeren Fläche der Zähne liegt keine gefäßreiche Beinhaut, und konnte, der Bestimmung der Zähne nach, keine solche liegen. In der Breite, oder vielmehr in seinem ganzen Umfange, kann ein Zahn sich nur erweitern, wenn er ein „offener" Zahn ist, das heißt: wenn er einem fortwährend anwachsenden, kegelförmigen Keime ansitzt. Dergleichen Zähne in zwei entgegengesetzten Reihen zu besitzen würde dem Besitzer aber, wie wir dies aus der Erfahrung an dem Mäuschenkopfe wissen, überaus lästig und gefährlich werden. Die Aufgabe war also, die Zahnkronen, so weit möglich, immer in geschlossenen Reihen den Kieferrändern ansitzen zu lassen. Dies scheint jedoch keine leicht lösliche Aufgabe zu sein; denn während die Zähne selbst nicht in ihrem Umfange zunehmen, wachsen jene Kieferränder allmählig an bis etwa aufs Doppelte. Hören wir, wie die Natur die Aufgabe für den Menschen gelöst hat.

Der Mensch ist bestimmt 32 Zähne zu haben, in jedem Kiefer an jeder Seite 8, nämlich: 2 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 2 kleine und 3 große Backenzähne. Für den hintersten Backenzahn, den sogenannten Weisheitszahn, ist kein Platz vorhanden, bevor die Kiefer gerade ihre volle Länge erreicht haben. Die 7 übrigen können von etwa dem 12ten Jahre an in einer geschlossenen Reihe Platz finden, obgleich auch dann meist nur noch sehr knapp. Der gehörige Platz wird also allmählig im Verlaufe der ersten 12—14 Lebensjahre gewonnen. Zum einstweiligen Gebrauche wurde nun ein Satz von 20 kleineren Zähnen, die Milchzähne, ihm angewiesen, an jeder Seite in jedem Kiefer 2 Schneidezähne, 1 Eckzahn und 2 Backenzähne.

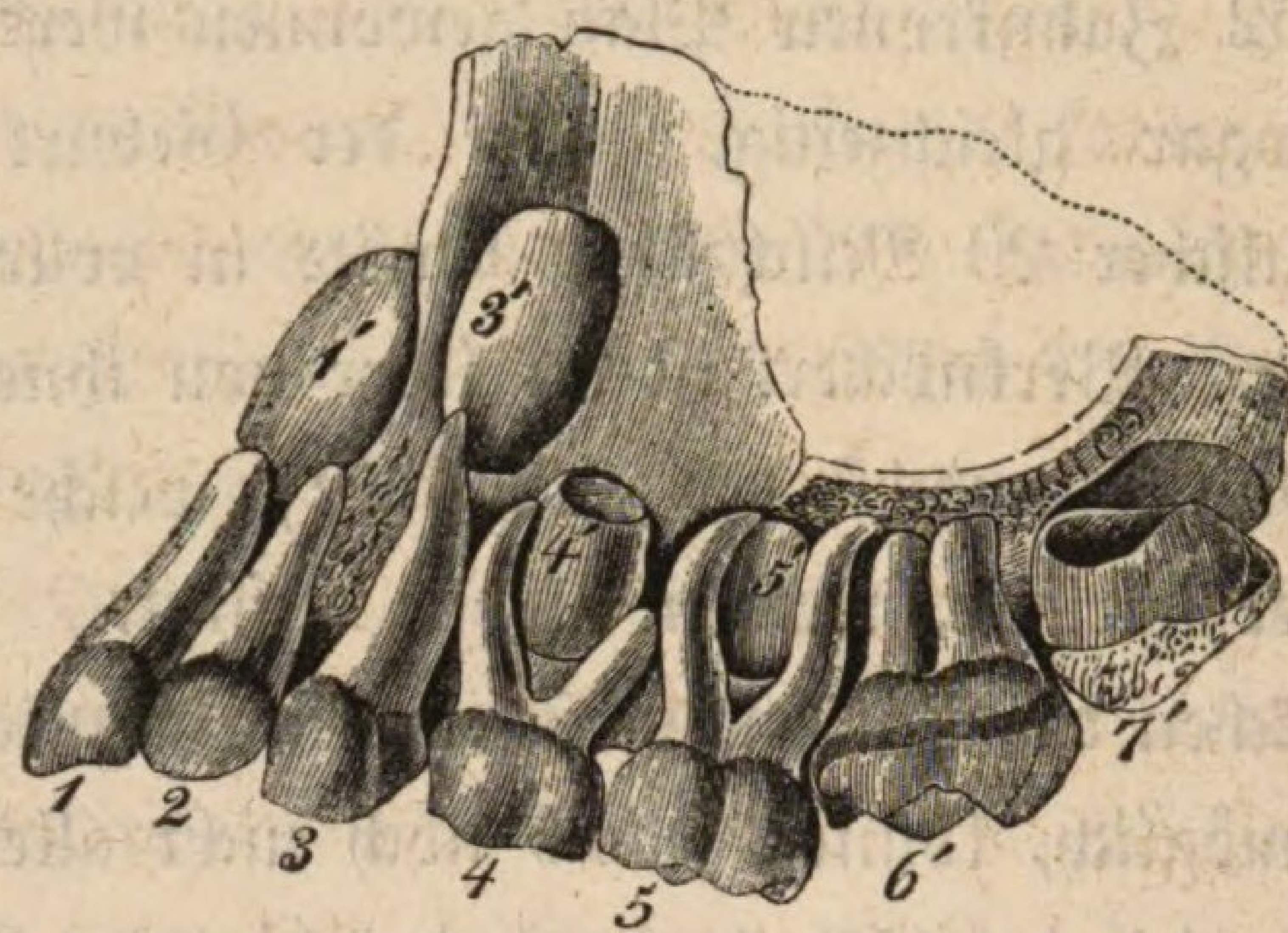
Jede Zahnkrone, hörten wir, wird lange vor ihrem Ausbruche in einem eigenen Säckchen im Innern der Kiefer ge-

bildet, und erreicht hier die volle ihr bestimmte Größe. Es mußte also im Innern der menschlichen Kiefer allmählig für nicht weniger als 52 Zahnkronen Platz gewonnen werden, für die allermeisten sogar gleichzeitig. Bei der Geburt liegen die Kronen sämmtlicher 20 Milchzähne bereits in voller Größe in ihren Säckchen. Verknöchert ist an jeder von ihnen eben nur eine dünne Platte zunächst der Kaufläche, welche Platte wie tütenförmig der übrigen, weichen Krone aufsitzt.

Die Säckchen der Milchzähne sitzen dem Zahnfleische so dicht an, wie nur möglich, können jedoch noch nicht alle daran aufgereiht werden; die des Eckzahns und des hinteren Backenzahns sitzen etwas außerhalb der Reihe, um sich allmählig, während mehr und mehr Platz gewonnen wird, zwischen die andern einzukeilen. Daher geschieht es denn auch, daß der Ausbruch dieser beiden Zähne immer etwas später erfolgt, denn während die Schneidezähne in der Regel im 6ten—9ten Monate nach der Geburt hervortreten, der vordere Backenzahn meist gleich anfangs im 2ten Lebensjahre, kommt der Eckzahn erst in der Mitte, der hintere am Schluß desselben Jahres zu Tage. Nicht selten geschieht der Ausbruch dieser beiden Zähne überall gleichzeitig, was dann ziemlich eingreifend auf die Gesundheit des Kindes einzuwirken pflegt. Beide Kiefer werden nun auf diese Weise im 2ten Lebensjahre mit einer vollständigen, dicht geschlossenen Zahnreihe versehen. Allmählig, wie die Kiefer wachsen, gewinnen die Zähne mehr und mehr Platz, und hinter ihnen bricht dann auch noch, in der Regel im 5ten—6ten Lebensjahre, ein neuer, und zwar ein sehr großer Backenzahn hervor. Obgleich dieser Zahn (der 6te in der Reihe), vor dem Zahnwechsel erscheint, wird er selbst dennoch nicht gewechselt. Unter den bleibenden Zähnen ist er der älteste und fast immer auch der zuerst hinfällige. Blicken wir einmal ins

Innere der Kiefer eines Kindes von diesem Alter hinein!

41.



42.

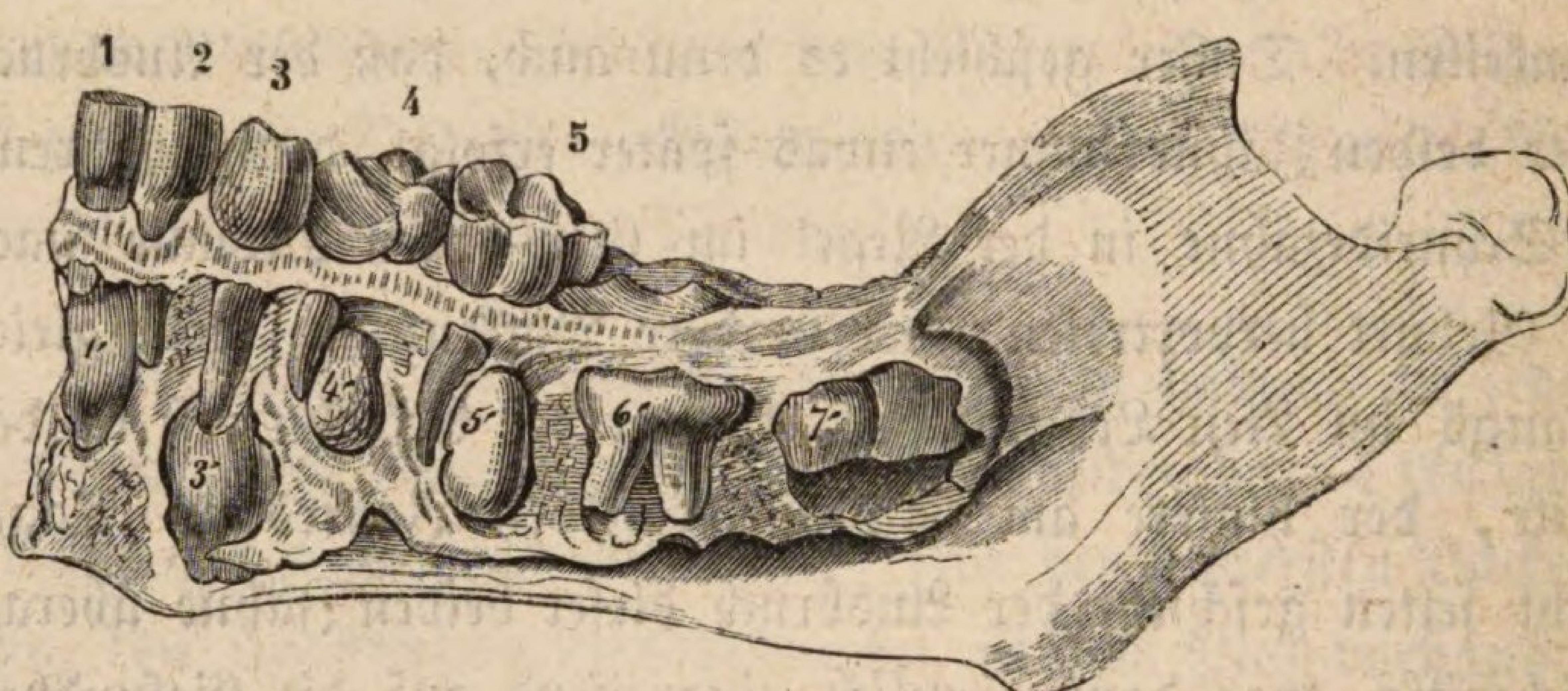
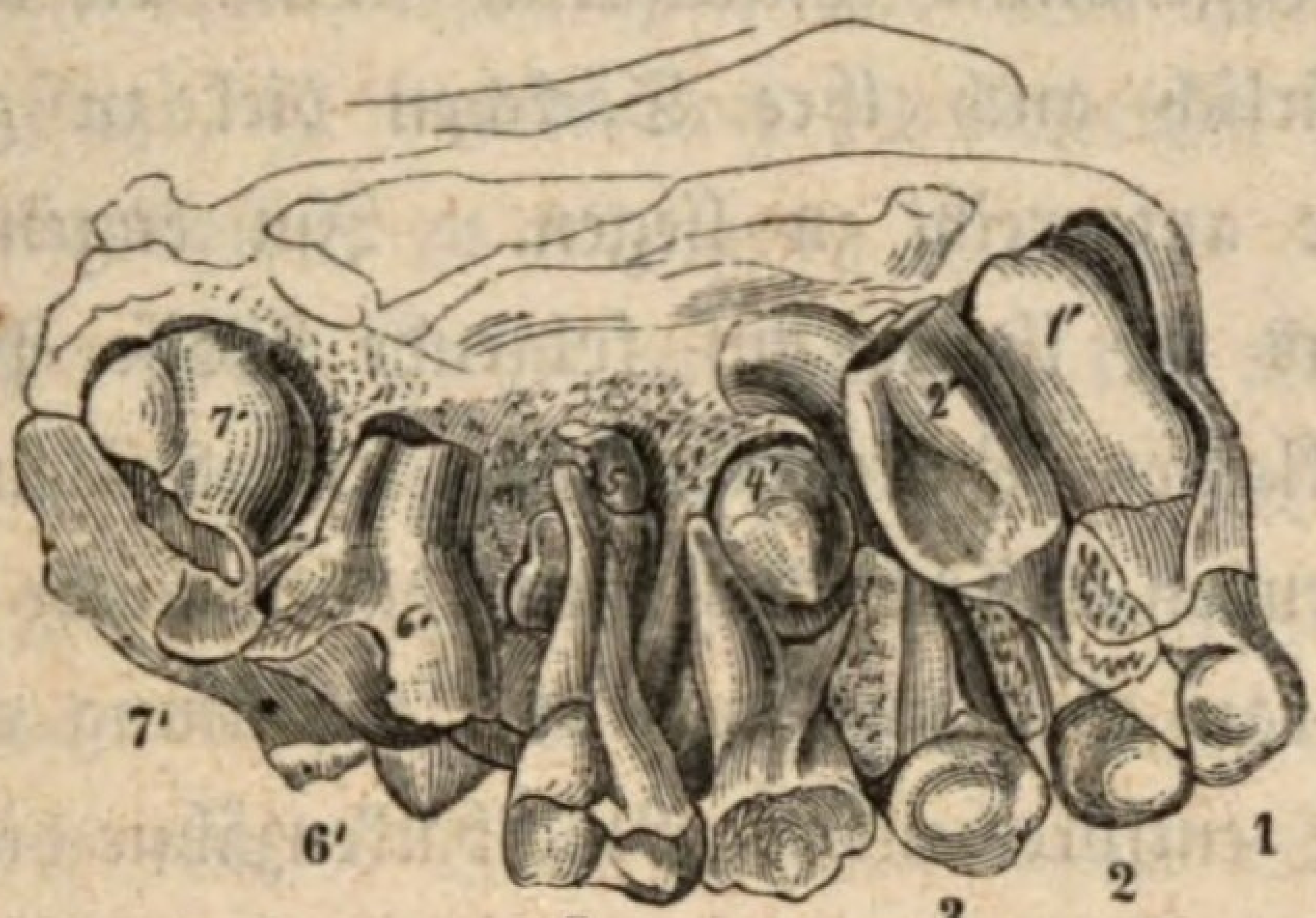
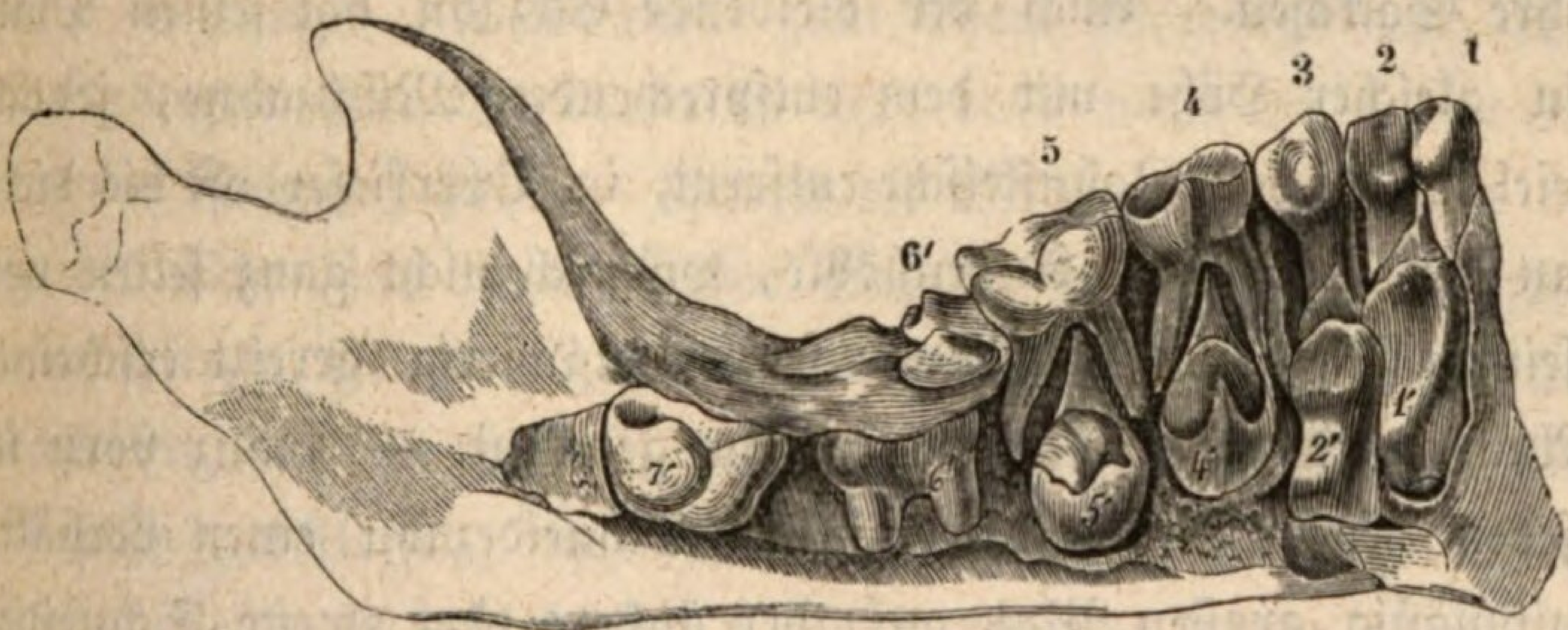


Fig. 41 und 42. Linker Ober- und Unterkiefer eines 6jährigen Kindes, von außen aufgemeißelt. (Diese, wie auch die zwei folgenden Abbildungen nach L. F. M. Rousseau: Anatomie comparée du système dentaire Paris 1827. pl 3.) Die Wurzeln der Milchzähne und die Säckchen der 7 (28) bleibenden Zähne, mit Ausnahme des 2ten Schneidezahns, sind entblößt, die Säckchen zum Theil aufgeschnitten. Die dadurch sichtbargewordenen bleibenden Zähne haben, bis auf den ersten großen Backenzahn, noch keine Wurzeln. In allen Figuren sind die Milchzähne mit einfachen Zahlen der Reihe nach bezeichnet: die zwei Vorder- oder Schneidezähne 1 und 2, der Eckzahn 3, die beiden Backenzähne 4 und 5; die entsprechenden bleibenden Zähne aber 1′, 2′, 3′, 4′, 5′. — 6′ ist der bereits hervortretende (nicht wechselnde) erste große, bleibende Backenzahn, 7′ der erst im 12ten Jahre ausbrechende zweite große Backenzahn.

43.



44.



Wir treffen hier an jeder Seite in beiden Kiefern, außer den Wurzeln der Milchzähne, die Kronen der 5 Stellvertreter aller 5 Milchzähne und die der zwei großen bleibenden Backenzähne. Sie sind von ihren Säckchen eingeschlossen; ihr verknöcherter

---

Fig. 43 und 44. Linker Ober- und Unterkiefer eines 6jährigen Kindes von innen (oder hinten) aufgemeißelt. Die Zahlen haben dieselbe Bedeutung als an den beiden gegenüberstehenden Figuren. 2′ ist das Säckchen des zweiten bleibenden Schneidezahns, das vom bleibenden Eckzahn ist von hier aus nicht sichtbar. Von dem Säckchen jedes der 5 vorderen bleibenden Zähne (1′, 2′, 3′, 4′, 5′) sieht man ein faseriges Band (gubernaculum dentis) an den entsprechenden Milchzahn sich hinstrecken. Es ist ein Ueberbleibsel von der ursprünglichen Verbindung der beiden Zahnsäckchen.

Theil liegt bei den meisten an der ganzen Oberfläche und hat noch die obengenannte Tütenform. Wie die Kronen selbst, so sind natürlich auch ihre Säckchen viel zu groß, um in gerader Linie aufgereiht zu liegen. Im engen Raume des Kieferknochens ist ihnen auf folgende Weise Platz gemacht. Die beiden kleinen Backenzähne sind etwas kleiner noch als die entsprechenden Milchbackenzähne, haben auch jeder nur eine Wurzel, woran eben nur noch eine Spaltung angedeutet ist, während die entsprechenden Milchbackenzähne im Unterkiefer mit 2, im Oberkiefer gar mit 3 weit aus einander gespreizten Wurzeln versehen sind. Zwischen diesen ausgespreizten Wurzeln finden also die bleibenden kleinen Backenzähne Platz für ihre Säckchen. Auch der bleibende Eckzahn hat seinen Platz in gleicher Höhe mit dem entsprechenden Milchzahne, jedoch viel weiter vom Zahnfleische entfernt, im Oberkiefer oft bis dicht an den Boden der Augenhöhle, wodurch nicht ganz selten vor seinem Ausbruche das Auge selbst langwierig gereizt erscheint. Auch wird er ja der Augenzahn genannt. — Ganz vorn in jedem Kiefer nimmt der mittlere Schneidezahn einen verhältnißmäßig großen Platz auf; der äußere oder zweite Schneidezahn wird dadurch stark zurückgedrängt, und wenn nach dem Ausbruche nicht alle Zähne Platz im Kieferrande finden (wie dies nicht gar selten vorkommt), so ist es immer dieser, der außerhalb der geschlossenen Zahnreihe, und von den Nachbarzähnen mehr oder weniger verdeckt steht.

Viel weiter in seiner Ausbildung als jene 5 Stellvertreter ist der erste große Backenzahn, von dem eben speciel die Rede war. Er soll ja vor dem Zahnwechsel erscheinen, und doch selbst keinen Antheil daran nehmen.

Es wurde Ihnen angegeben, daß die Säckchen der 20 stellvertretenden Zähne ursprünglich von denen der entsprechenden Milchzähne abgeschnürt worden, und zwar bereits im 2ten

Monate des Embryolebens. Von dem Stielchen, wodurch jedes ihrer Säckchen ursprünglich mit dem Milchzahnsacke in Verbindung stand, ist immer noch ein faseriges Band als ein zeugendes Ueberbleibsel zu erkennen.

Vom 5ten—6ten Jahre an hat also das Kind 24 Zähne, von denen die 20 an ihren Wurzeln bereits von den Stellvertretern hart gedrängt werden, wogegen die 4 gar nicht ersetzt werden sollen. Mit allen diesen 24 Zähnen geht nun das Kind nur noch etwa 3 Jahre. Unterdessen wird durch den Wuchs der Kiefer immer mehr Platz gewonnen, zugleich jedoch werden an den 20 eigentlichen Milchzähnen nicht nur die Kronen allmählig abgenutzt, sondern auch die Wurzeln wie abgenagt. Dies rührt zum Theil allerdings von dem Andrängen ihrer Stellvertreter her; denn wenn diese eine abnorme Richtung haben, können die Milchzähne weit über die gewöhnliche Zeit hinaus stehen bleiben, mitunter gar bis zum erwachsenen Alter. Im Wesentlichen jedoch liegt es daran, daß ihre Zeit im Wechsel des Ernährungslebens dahin ist, ihre Gefäße geschlossen, ihre Nerven eingeschrumpft sind. Jetzt freilich stehen sie im lebenden Organismus wie fremde Theile, die andern mit frischem Leben weichen müssen.

Im 8ten—9ten Jahre wechseln sofort die Schneidezähne; im 9ten—10ten die vordersten kleinen Backenzähne; im 10ten—11ten die Eckzähne, im 11ten die hintersten kleinen Backenzähne. Während des überaus starken Wuchses vom 5ten bis zum 12ten Lebensjahre haben also die Zähne nicht der Zahl, sondern nur der Größe und dem Umfange nach gewonnen; 24 Zähne sind immer noch da, davon jedoch die 20 weit größer und breiter, und in der That stehen jetzt wiederum die Zähne sehr gedrängt in den verhältnißmäßig kleinen Kieferrändern. Besonders der zweite Schneidezahn muß sehr häufig noch hinter seinen Nachbarn stehen bleiben, meist in

einer schiefen Stellung, als ob abwartend, daß mehr Platz gewonnen werde. Beim ferneren Wuchse der Kiefer giebt sich die Unregelmäßigkeit von selbst; denn jedem Organe ist sein Platz angewiesen, und gar allgemein rückt es erst allmählig auf diesen hin, wenn auch gar kein mechanisch wirkendes Mittel dazu vorhanden. Nur wenn die Kiefer an und für sich zu klein sind, muß jener zweite Schneidezahn zeitlebens außerhalb der geschlossenen Reihe stehen bleiben. Den ängstlichen Eltern zu Gefallen werden auch wohl goldene Drähte angelegt, um der Natur zu Hülfe zu kommen — vielleicht nicht ganz ohne Wirkung. — Im 12ten Jahre ungefähr bricht nun auch noch der 2te große Backenzahn hervor, den wir bereits im 5ten Jahre im Innern der Kiefer betrachtet haben, und die Zahl der Zähne ist von nun an 28, bis sie endlich zu sehr unbestimmter Zeit durch die sogenannten Weisheitszähne auf 32 gesteigert wird.

p. Schluß.

Dies wäre die Geschichte der Zähne im menschlichen Körper. Als ein Beispiel sollte sie dienen, daß wenn der Organismus in jedem gegebenen Momente dasteht wie ein vollständiger, harmonischer Accord; in seiner Veränderlichkeit aber von einem Momente zum andern wie eine Reihefolge von Accorden; wenn sein ganzer Lebenslauf überhaupt eine große Harmonie ist, so haben alle seine einzelnen Organe daran ihren bestimmten Antheil. Wahrlich die Zähne, die krystallähnlichen, steinharten Zähne machen davon keine Ausnahme!

II. Einsaugung und Absonderung.

a. Einleitung; b. Einsaugung; c. Absonderung — Drüsen; d. Wesentlicher Drüsenbau; e. Zellenabsonderung; f. Teleologie der Absonderung; g. Stoffaustausch mit der Luft; h. Kiemen — Tracheen; i. Lungen; k. Mechanismus des Athemholens.

---

a. Einleitung.

Das Darmrohr, hörten wir in dem letzten Vortrage, besteht aus mehren Abtheilungen. Jede derselben ist besonders gebaut, jede mit eigenen Organen versehen — Alles, damit die aufgenommenen Nahrungsmittel zermalmt, aufgelöst und weitergeschoben werden.

Wie einfach ist dagegen die Pflanze in ihrem Bau! Was sie bedarf, liegt Alles zermalmt und aufgelöst im Schooße der feuchten Erde, gelangt Alles durch die allgemeine Wassertränkung des Bodens in den Bereich ihrer Wurzelfasern.

Der Speisebrei ist also dem Thiere eben nur das, was die fruchtbare Erde der Pflanze ist, und die inwendige Fläche des Darmkanals entspricht der auswendigen Fläche der Pflanzenwurzel. Entfalten wir denn einmal diese inwendige Fläche von einem Bruchstück des Darms, namentlich des Dünndarms, ganz frisch und recht sauber gereinigt! betrachten wir es durch klares Wasser! Von feinen, weichen Zotten ist sie so dicht besetzt, daß sie dadurch ein vollkommen sammetartiges Aussehen erhält. Diese „Darmzotten" ragen nun unter den

gewöhnlichen Verhältnissen in den langsam fortschreitenden Speisebrei hinein, verhalten sich also in der That zu diesem, wie die Fasern der Pflanzenwurzel zum Mutterboden.

b. Einsaugung.

Wie gelangen nun aber die Nahrungsflüssigkeiten durch jene Oberflächen ins Innere des Organismus hinein? Es müsse wohl, dachte man vor Jahren, an der Spitze jeder Darmzotte, wie auch an jeder Wurzelfaser, ein ganz kleines Loch sein, wodurch die Flüssigkeit wie in ein Haarröhrchen eingesogen werde. Die genauesten mikroskopischen Untersuchungen jedoch haben diese Vermuthung nicht bestätigt. Die einsaugenden Flächen sind durchgängig überall geschlossen, namentlich durch einen feinen Ueberzug, von dem wir ja auch schon gehört haben, daß er aus lauter mikroskopischen Zellen besteht (Pag. 68, Fig. 14). An den Schleimhäuten wird dieser feine Zellenüberzug Epithelium genannt. Die Einsaugung beruht nun darauf, daß die organischen Gewebe von der Flüssigkeit getränkt werden, und daß sie, einmal davon durch und durch feucht, sehr leicht verwandte Flüssigkeiten durchsickern lassen. Dieser Darstellung gemäß kann es nun gar nicht auffallend sein, daß bei den Pflanzen nicht nur die Wurzelfasern, sondern auch Stengel, Zweige und Blätter Flüssigkeiten einsaugen, wenn nur diese Theile nicht mit einer gar zu harten Rinde überzogen sind, die selbst nicht gehörig durchfeuchtet werden kann. Ausnehmend stark sogar wird die Feuchtigkeit der Luft an gewissen zarteren Zweigen eingesogen, die auch eben Wasserreiser genannt werden.

Eben so wenig dürfen wir es bezweifeln, daß auch an allen Oberflächen der Thierkörper eine Einsaugung stattfinden kann; denn alle organische Theile lassen sich von Wasser tränken, wenn auch allerdings nicht alle gleich leicht. Die

äußere Oberfläche des Körpers dient einigen Infusionsthierchen und Eingeweidewürmern sogar zum Durchgang aller ihrer Nahrungsflüssigkeiten, namentlich denjenigen, die ausnahmsweise keine Maulöffnung haben. Zur Einsaugung einer großen Menge Wasser dient sie auch noch manchen Wirbelthieren, besonders Fröschen.

Wo hingegen die Oberhaut dick und trocken ist, kann man keinen bedeutenden Durchgang von Flüssigkeiten mehr erwarten. Ihn gänzlich leugnen zu wollen, namentlich an der Oberfläche des menschlichen Körpers, ist schon deshalb unzulässig, daß wir, nachdem die Hände in Terpenthinöl eingetaucht worden, den Geruch davon am Athem merken. Vom Wasser jedoch wird die Oberhaut unseres Körpers nur sehr langsam durchdrungen. Nur eben nach anhaltendem Eintauchen in warmes Wasser sehen wir sie aufquellen, dick, weich und milchfarben von dem eingesogenen Wasser werden. Im warmen Bade nimmt auch das Körpergewicht kaum zu, im heißen sogar kenntlich ab, was freilich nur auf die Weise gedeutet werden darf, daß dem Gewichte nach das eingesogene Wasser von den mittlerweile ausgeschiedenen Stoffen, und zumal von den ausgehauchten Wasserdämpfen übertroffen wird.

Will der Arzt irgend ein Arzneimittel durch die Haut anwenden, so muß er es entweder als Salbe einreiben, wobei gar viel davon in blinde, dünnhäutige Röhren eindringt, die wir bald zu besprechen haben, oder sicherer noch wendet er erst ein Zugpflaster an, trennt die in eine Blase aufgetriebene Oberhaut ab, und bringt das Arzneimittel auf die Lederhaut selbst an, die nun blutroth von ihrem dichten Gefäßnetze frei am Tage liegt. Ist es z. B. Morphin oder ein anderer kräftiger Stoff, den er anwendet, so wird dessen Wirkung nicht lange ausbleiben.

Wo nun an einzelnen Stellen die Oberhaut dünn und feucht ist, da zeigt sich natürlich auch die Einsaugung in demselben Verhältniß stark. Es steht mir noch vor dem Gedächtniß, wie einmal in meiner Gegenwart ein kleines Meerschweinchen (Cavia), so wie ihm ein Tropfen wässeriger Blausäure ins Auge getröpfelt worden, alsbald in Zuckungen gerieth und todt dahin fiel. — Tabakschnupfen hat die gewöhnlichen narkotischen Wirkungen des Tabaks, wie denn auch die betrügerische Einmischung von Mennig in spanischen Schnupftabak hier in Kopenhagen vor einigen Jahren ein Paar sehr traurige Fälle von Bleivergiftung veranlaßte. — Wenn es gestattet sein darf, aus der Darstellung zu schließen, die Shakspeare von der Todesart des Vaters von Hamlet gegeben, so muß man annehmen, daß früher auch im äußeren Gehörgange das Einsaugungsvermögen in verbrecherischer Absicht benutzt worden.

Diese zum Theil sattsam bekannten Erfahrungen müssen uns nun wohl schon davon abhalten, jenen Darmzotten eine gar zu bedeutende Rolle bei der Einsaugung im Darme zuzuschreiben. Sie fördern diese, allem Anscheine nach, eben nur auf die Weise, wie auch eine Reihe Querfalten im Dünndarme sie fördern, das heißt, durch vielfache Vergrößerung der einsaugenden Oberfläche, und so sehen wir denn auch, daß sie keinesweges im Darme aller Thiere sich vorfinden.

Aus der zermalmten und aufgelösten Speise werden nun also die Nahrungsflüssigkeiten an der Schleimhaut des Darmes eingesogen. Wie sie von dort aus ins Blut hineingelangen, wollen wir einstweilen dahin stehen lassen. Denn für heute haben wir eben nur den Stoffaustausch an den Schleimflächen selbst zu betrachten, und dem Character des organischen Lebens gemäß, dürfen wir nicht gar lange bei dem

materiellen Gewinn verweilen, ohne auch auf den Verlust Rücksicht zu nehmen.

c. Absonderung — Drüsen.

Der Einsaugung steht im Stoffaustausche des Organismus die Absonderung (Secretion) entgegen. Das Abgesonderte ist entweder nur bestimmt, alsbald vom Körper ausgeschieden zu werden, oder behufs eigener Zwecke im Organismus kürzer oder länger zu verweilen.

Bei den Pflanzen geht die Absonderung ungefähr eben so einfach von Statten wie die Einsaugung. Das Abgesonderte wird in die Zellen niedergelegt; eine Gruppirung dergleichen Zellen als eigene Absonderungsorgane ist nur selten vorhanden, und dann nur als beschränkte Erhöhungen und Vertiefungen der Oberfläche, wie z. B. an den Blumen als Honigbecher. Auch die Blätter jedoch müssen hier in Betracht kommen, indem sie nicht nur zur Aufnahme, sondern auch zur Ausscheidung gewisser luftförmiger Stoffe dienen, und daß die Form der Absonderungsorgane bei den Pflanzen eine verzweigte und gefaltete ist stimmt, wie wir wissen, mit ihrem allgemeinen Character vollkommen überein.

Sind eigene Absonderungsorgane bei den Pflanzen nur sparsam vorhanden, so sind sie es um so viel reichlicher bei den Thieren. Sie werden überhaupt Drüsen (glandulæ) genannt, und haben oft einen sehr zusammengesetzten Bau. Wir müssen versuchen, aus diesem das eigentlich Wesentliche hervorzuheben.

d. Wesentlicher Drüsenbau.

Nehmen wir nun also fürs Erste an, es sei ein Theil der dünnen, wasserklaren Blutflüssigkeit bestimmt, aus dem Körper geschieden zu werden. Es hat sich zu diesem End=

zwecke die Haut an unzähligen Stellen als überaus dünne Röhren hineingestülpt; an den zarten Wänden jeder Einstülpung liegt ein Netz von Haargefäßen, und Sie sehen schon, wie leicht hier der wässerige Theil des Blutes aus diesen Gefäßchen in die überaus dünnwandige Röhre hineinsickern, und von dort ausgeschieden werden kann.

Einen so einfachen Bau finden wir in den *Schweißdrüsen*, die vor etwa 18 Jahren von den Professoren *Purkinje* in Breslau und *Breschet* in Paris entdeckt wurden. Betrachten wir sie einmal etwas genauer!

Besonders entwickelt sind die Schweißdrüsen an der Handfläche und Fußsohle. — An der ganzen Handfläche fallen gleich die erhabenen Streifen in die Augen, die zumal an den Fingerspitzen sich in schönen Wellenlinien ordnen, mitunter zum Theil in concentrischen Kreisen. Wenn man diese erhabenen Streifen durch eine Loupe betrachtet, so wird man finden, daß jeder derselben durch eine Reihe Einschnürungen wie knotig erscheint, und daß an jedem solchen Knoten, das heißt an jeder solchen Erhöhung, eine Oeffnung vorhanden ist. An senkrecht ausgeschnittenen sehr dünnen Scheiben hat man nun unter dem Mikroskope erkannt, daß von jeder solcher Oeffnung ein dünner Spiral-

45.

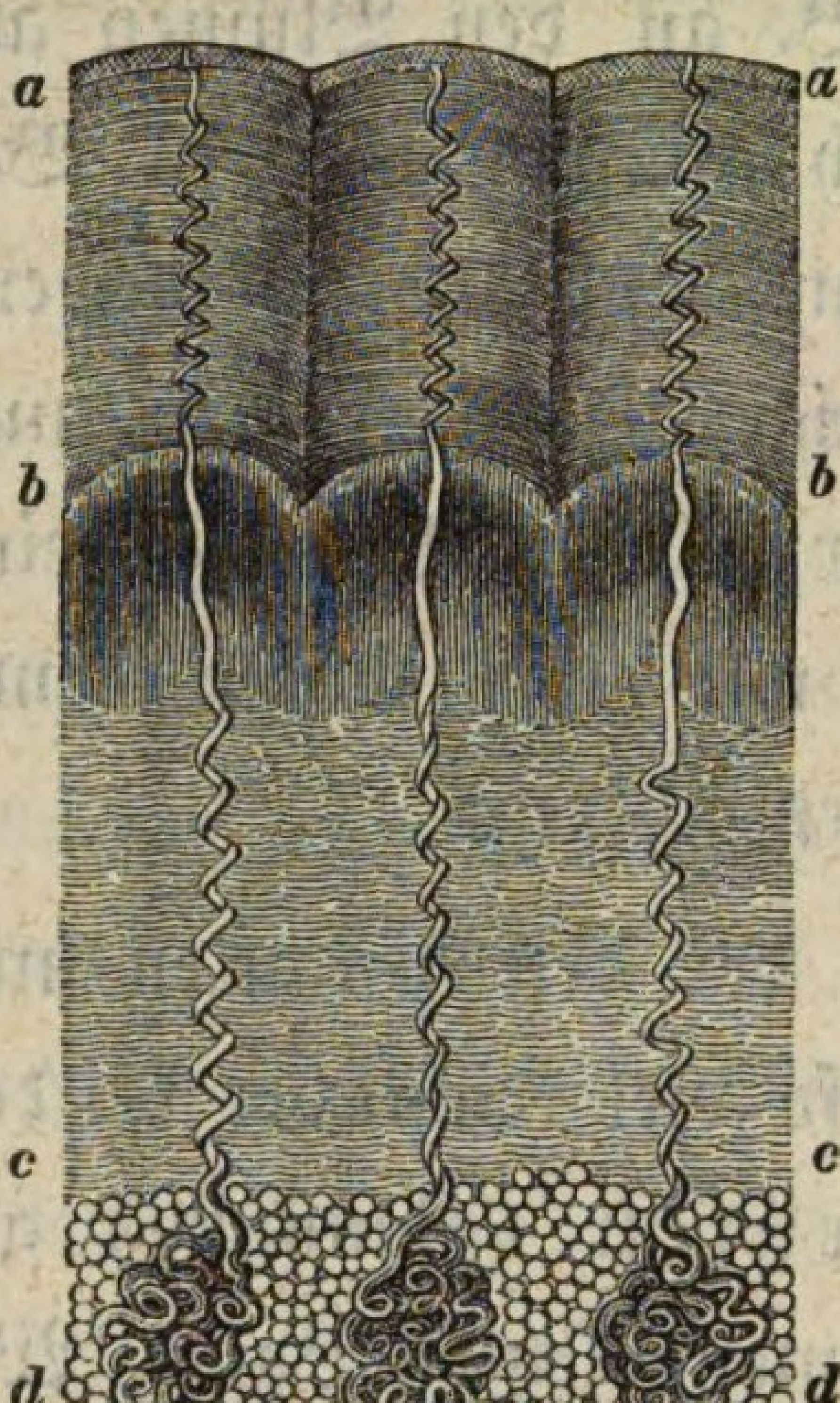
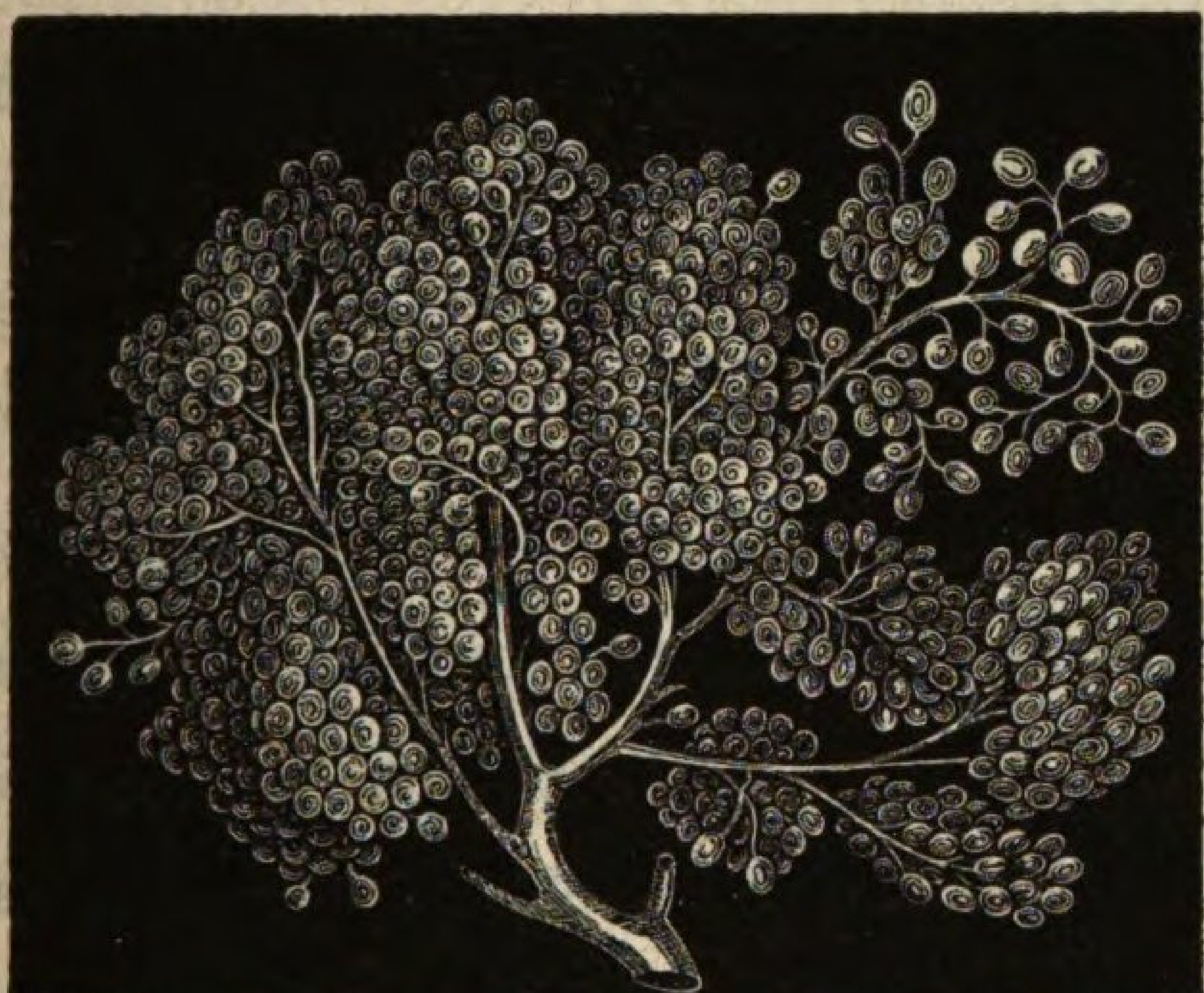


Fig. 45. Eine senkrechte Lamelle von der Haut der Hohlhand des Menschen, 14—15 mal vergrößert dargestellt. Nach *Gurlt* in Müller's Archiv 1835. a—b: Oberhaut; b—c: Lederhaut; c—d: Fettgewebe, worin die Schweißdrüsen gelagert sind, deren Ausführungsgänge spiralförmig senkrecht zur Oberfläche steigen.

gang senkrecht durch die Oberhaut und die Haut selbst bis in das unterliegende Fettlager steigt, worin er als ein Knäuel zusammengerollt endet.

Die Schweißdrüsen bestehen also im Grunde nur aus einer überaus engen, röhrenförmigen Einstülpung der Haut, von einem Gefäßnetze überzogen. Zwischen Drüse und Ausführungsgang ist gar kein wesentlicher Unterschied. Weit allgemeiner jedoch als dergleichen einfache „Röhrendrüsen" sind die sogenannten „traubenförmigen Drüsen". Dem Baue nach unterscheiden sie sich dadurch von jenen, daß die Einstülpung, nach innen zu, mehrfach verzweigt, und jeder Endzweig als ein kleines Bläschen erweitert ist. Als Beispiel von dieser Drüsenform wollen wir die Ohrspeicheldrüse (Parotis) wählen, von der wir im vorigen Vortrage hörten, daß der Ausführungsgang in die Lippenhöhle ausmündet.

46.



Denken wir uns nun auch hier jedes Endbläschen von einem mikroskopischen Gefäßnetze überzogen, so haben wir wiederum den ganzen Absonderungsprozeß vor Augen, und sehen es auch noch ganz leicht ein, wie hier das Durchsickern der wässerigen Flüssigkeit aus dem Blute bei weitem rascher von Statten gehen kann. Und so wollen wir uns nun auch vor der Hand die Absonderung, nicht nur des Schweißes und des Speichels,

Fig. 46. Die Endzweige von dem Ausführungsgange der großen Ohrspeicheldrüse des Menschen, unter dem Mikroskope gesehen. (Nach Berres und Milne Edwards).

sondern auch des Bauchspeichels (oder pancreatischen Saftes), der Thränen und anderer wasserklaren Flüssigkeiten vorstellen.

Außer den genannten Formen von Drüsen giebt es noch mehre andre. Ganz besonders zeichnen sich die Leber und die Nieren hinsichtlich des inneren Baues aus, und zwar vorzüglich dadurch, daß das Blut auf eigenthümliche Weise in ihnen kreist. In den Nieren sind die Endbläschen des Ausführungsganges wie in sich selbst zurückgestülpt, und jedes Bläschen für sich wird dadurch im Stande ein Gefäßknäuelchen zu beherbergen, worin das kreisende Blut zur Ausscheidung des Harnstoffes eine Weile aufgehalten zu werden scheint. — In der Leber ist auch noch die Richtung des kreisenden Blutes um Etwas abgeändert. Es wird ihr nämlich nicht nur Arterienblut, sondern auch noch alles vom Magen und vom Darme zurückkehrende Venenblut zugeführt — in Gefäßen, deren Vereinigung die Pfortader bildet — und mit dem Arterienblute vereint durchkreist dies Venenblut die Haargefäße der Leber zur Ausscheidung der Galle.

e. Zellenabsonderung.

Bisher haben wir uns nun die Absonderung als ein einfaches Durchsickern der Blutflüssigkeit in die Ausführungsgänge der Drüsen vorgestellt. Es sind jedoch die Drüsen im Allgemeinen keineswegs einfache Siebinstrumente; sie sind selbst noch als chemische Werkstätten zu betrachten, worin die vom Blute empfangenen Stoffe bearbeitet werden. Wir hörten, daß in der Pflanze die Absonderung ausschließlich in den geschlossenen Zellen vor sich geht. Ganz dasselbe findet nun zum Theil auch im Thiere Statt. Die Drüsengänge sind inwendig bis an ihre letzten blinden Enden mit Zellen bekleidet, in denen die Stoffe auf sehr verschiedene Weise verändert werden, worauf die Zellen entweder platzen und die Stoffe

entleeren (wie in der Leber), oder selbst abreißen und mit der Flüssigkeit ausgestoßen werden.

Wir wollen hier wiederum etwas anhalten, um die eine oder die andre Drüse beispielsweise erst etwas genauer zu betrachten.

Wählen wir erst die Schleimdrüsen, von denen unzählige, nicht nur an den eigentlichen Schleimhäuten, sondern auch an der äußeren Haut verbreitet sind. An den Schleimhäuten münden ihre Ausführungsgänge frei an der Oberfläche aus; an der äußeren Haut jedoch ganz allgemein in die Haarbälge. Solcher Haarbälge giebt es nicht nur an allen behaarten Stellen, sondern auch überall sonst (vielleicht mit Ausnahme der Handfläche und Fußsohle), so wie auch in der That ursprünglich die ganze Hautoberfläche behaart gewesen (allenfalls vor der Geburt), die Wiedererzeugung der Haare sich aber nach und nach immer mehr auf bestimmte Stellen des Körpers beschränkt. Die „Poren", die man fast auf der ganzen Hautoberfläche mit bloßen Augen sehen kann, sind die Oeffnungen der Haarbälge, und an allen behaarten Stellen wird man sich leicht überzeugen können, daß die Haare jedes für sich, oder meist zwei, seltener 3—4 zusammen, aus einer solchen Oeffnung hervortreten. In diese Haarbälge münden nun die Schleimgänge aus, meist zwei in jeden. Den Schleim muß man sich als aus einer klaren Flüssigkeit und unzähligen davon getränkten, weichen Körperchen vorstellen. Nur die klare Flüssigkeit rührt unmittelbar vom Blute her, die Körperchen sind — wie dies bereits früher von einem andern Gesichtspunkte her erwähnt worden — abgestoßene Oberhautzellen der Schleimdrüsengänge. In den leeren Haarbälgen geschieht es oft, daß der Schleim stockt, vertrocknet, und den Balg so wie auch seine äußere Oeffnung weit ausdehnt.

An der äußeren Oberfläche des Säugethierkörpers mündet noch ein Drüsenpaar aus, das nicht sowohl für den Organismus selbst, als vielmehr für seine Nachkommenschaft, und also im Dienste der Art steht, wozu der Organismus gehört. Seine Thätigkeit erwacht erst, so wie der weibliche Organismus seinem Berufe entgegen geht als Mutter zu dienen; die Frucht seiner Thätigkeit ist dem zarten Abkömmling ein Nahrungsmittel, durch keine menschliche Kunst oder Wissenschaft völlig zu ersetzen. Ein geistreicher Chemiker, der Engländer Prout, hat die Mischung der Milch sogar als Muster der Nahrungsmittel überhaupt aufgestellt. Die Milch besteht aus einer wässerigen Auflösung von Käsestoff mit Milchzucker und unzähligen darin schwebenden runden, mikroskopischen Bläschen, worin die Butter sich befindet (Fettzellen). Der Käsestoff ist dem Eiweiß- und Faserstoffe sehr nahe verwandt, und bildet mit ihnen die Gruppe der sogenannten „Proteinstoffe". Also, meinte nun Prout, muß jedes Nahrungsmittel des Menschen und der Säugethiere hauptsächlich aus einem dieser Stoffe mit Zucker und Fett bestehen. — Von den genannten verschiedenen Bestandtheilen wird die Butter offenbar erst in den Zellen der Milchdrüse abgesondert, und der Käsestoff scheint auch erst in der Drüse durch eine Verwandlung vom Bluteiweiß gebildet zu werden.

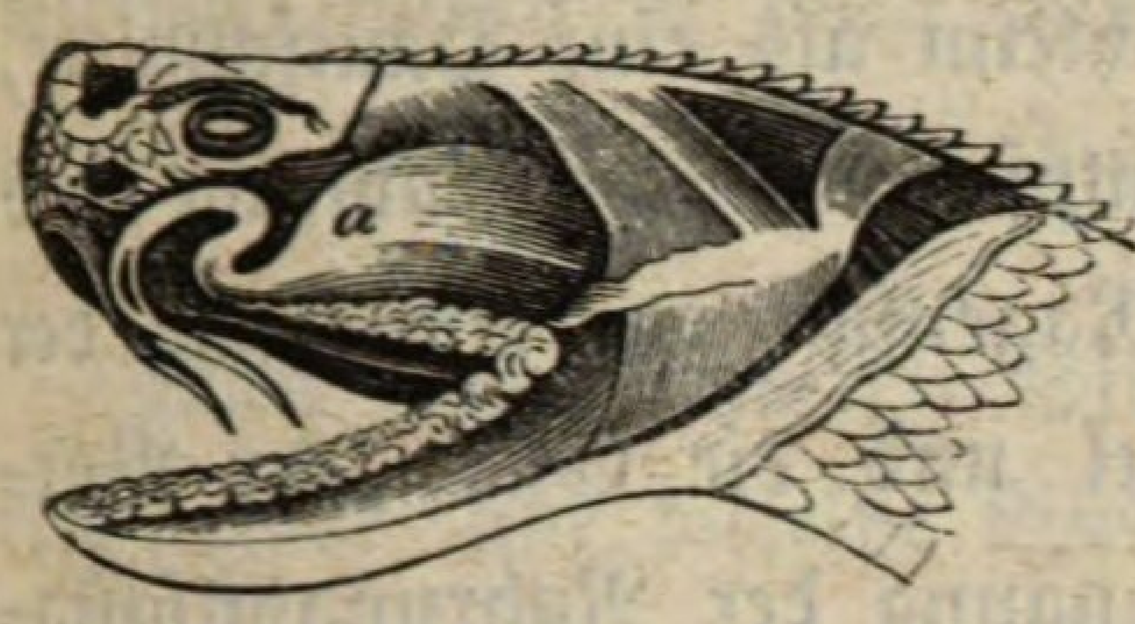
f. Teleologie der Absonderung.

„Entspricht denn nun", höre ich Sie fragen, „jeder verschiedenen Absonderung ein gewisser Drüsenbau?" Als Einleitung zu der Beantwortung dieser Frage, erlauben Sie mir noch einer Drüse zu erwähnen, die nicht Nahrung und Segen, sondern Gift und Verderben spendet, jedoch in der Regel nur, um das zur Speise bestimmte Thier zu tödten.

Bei den Giftschlangen liegen die wahren Speicheldrüsen

an beiden Kiefern die Lippen entlang. An die Stelle der Ohrspeicheldrüse tritt die **Giftdrüse**. Sie ist von Muskeln

47.



gedeckt, durch deren Wirkung das darin abgesonderte Gift in den Ausführungsgang gedrückt wird, und aus diesem in eine Rinne und einen offenen Gang der Giftzähne. Das Maul wird weit aufgesperrt, die Giftzähne vom Gaumen herabgelassen, und durch eine Oeffnung im Sacke, worin sie verborgen liegen, dringen sie senkrecht in die Beute hinein.

Und wie ist nun diese Drüse gebaut? Sie gehört, wie die Speicheldrüsen, die Thränen-, Schleim- und die Milchdrüsen, zu der großen Abtheilung der Traubendrüsen. Im Bau der Drüse ist somit auch gar nichts, woraus sich die Natur und Eigenschaften der Absonderung vermuthen ließen. „Und weiß man denn einigermaßen, weswegen gerade diese oder jene Stoffe des Blutes vorzugsweise in diese oder jene Drüse sich ergießen?" Man ist auch nicht einmal auf die Spur, um sich so Etwas zu erklären. Der ganze Chemismus der lebenden Natur ist für die Wissenschaft immer noch ein unergründliches Feld. Wir müssen uns damit begnügen, es nachzuweisen, wie die verschiedenen Bestandtheile des Blutes alle von den aufgenommenen Stoffen, und wie die der ausgesonderten Stoffe von denen des Blutes herrühren. Wie aber gerade diese oder jene Stoffe hier oder dort aufgenommen und abgesondert werden, bleibt uns gänzlich verborgen. Und doch waltet hier aufs Offenbarste ein Princip der höchsten Zweckmäßigkeit vor. Müssen wir das „wie?" unbeantwortet lassen, so liegt hinge-

Fig. 47. Giftapparat einer Klapperschlange. Nach **Milne Edwards**. a: die Giftdrüse.

gen die Beantwortung des „warum?" in den allermeisten Fällen gleich vor der Hand. Daß die Thränen die zarte Augenwand schützen, die Beweglichkeit des Auges und der Augenlieder fördern; daß der Schleim als eine Hautschmiere, der Schweiß durch sein Verdampfen zur Abkühlung des Körpers, der Speichel und der Magensaft zur Auflösung der Nahrungsmittel, der Bauchspeichel und die Galle zur Vorbereitung der bevorstehenden Einsaugung der Nahrungsflüssigkeiten diene, braucht kaum erwähnt zu werden — doch eben so wenig wohl, daß überhaupt jede Absonderung für sich ihrer Bestimmung aufs Vollkommenste entspricht, wenngleich wir es eingestehen müssen, daß der eigentliche Zweck mancher Absonderungen uns bisher gänzlich verborgen geblieben.

Dies gilt zumal von denjenigen Absonderungen, die durch keinen Ausführungsgang aus der Drüse herausgeführt werden, sondern vielmehr, wie die meisten Absonderungen der Pflanzen, im Innern der Zellen verschlossen bleiben. Dahin gehört die in der Milz, in der Schilddrüse und in den Nebennieren abgesonderte blutrothe Flüssigkeit, und ferner die milchweiße in der beim Kinde im ersten Lebensjahre so ansehnlichen Brustdrüse (Thymus). Es läßt sich nur als eine Vermuthung angeben, daß diese Drüsen alle zur chemischen Bearbeitung von Stoffen dienen, die ihnen vom Blute zugeführt und dann wieder abgeführt werden. Gelangt man endlich einmal dahin, den Chemismus des Lebens vollends zu fassen, so wird wohl auch das Nähere deshalb klar und offenbar, auch namentlich das große Räthsel von der Milz gelöst werden.

Die aus den offenen (mit einem Ausführungsgange versehenen) Drüsen gespendeten Flüssigkeiten dienen nun größten Theils dem Organismus zur Erfüllung eines bestimmten Zweckes; einige jedoch sind als bloße Auswurfsstoffe zu betrachten. So namentlich der Harn. Der Harnstoff und

die Harnsäure, die wesentlichsten Bestandtheile desselben sind als Stoffe zu betrachten, die obgleich durch den Ernährungsche-mismus entstanden, dennoch unbedingt schädlich, sogar tödtlich wirken, wenn sie nicht aus dem Blute ausgeschieden werden, — dies zu vollführen ist die Aufgabe der Nieren.

Mit einem anderen Stoffe verhält es sich bei allen Thieren gerade auf dieselbe Weise. Es ist der Kohlenstoff, der, durch den Sauerstoff in Kohlensäure verwandelt, nicht weniger dringend nothwendig aus dem Blute fortgeschafft werden muß. Wie dies durchs Athmen vollführt wird, haben wir nun noch zu betrachten, und die Betrachtung dieser Lebenserschei-nung gewährt ein hohes Interesse.

g. Stoffaustausch mit der Luft.

Es ist Ihnen bereits angegeben worden, daß in dem Verkehr der Organismen mit der Außenwelt hinsichtlich der luftförmigen Stoffe ein gewisser Gegensatz stattfindet zwischen den Thieren und den Pflanzen. Während die Pflanzen behufs ihrer Ernährung Kohlensäure aus der Luft schöpfen müssen, um unter Einwirkung des Sonnenlichtes daraus Kohlenstoff zu gewinnen, bewirkt die Ernährung der Thiere im Gegentheil einen Ueberschuß an Kohlenstoff, der auf Kosten des Sauer-stoffes der Luft in Kohlensäure verwandelt werden muß, um ausgesondert zu werden. Der Gegensatz findet jedoch eben nur Statt während der Einwirkung des Sonnenlichtes; denn im Dunkeln hauchen auch die Pflanzen Kohlensäure aus, und wenn es sehr anzuempfehlen ist, den Tag in einer reichen Pflanzennatur zuzubringen, so ist es im Gegentheil sehr ab-zurathen — wie dies denn auch allgemein abgerathen wird — seine Schlafstube als einen kleinen Garten auszuschmücken.

Bei den Pflanzen ist also der Verkehr der luftförmigen

Stoffe mit der Außenwelt ein unstäter, veränderlicher — bei den Thieren allen ohne Ausnahme ist er immer derselbe unter allen Verhältnissen im Aeußeren wie im Innern. Alle Thiere athmen ununterbrochen; und durch ihr Athmen wird immer der Sauerstoff der Luft in Kohlensäure verwandelt, die Luft folglich immer weniger im Stande, das Athembedürfniß zu befriedigen. In luftdichten Räumen eingesperrt, müssen Menschen und Thiere mehr oder weniger schnell ersticken, Säugethiere und Vögel namentlich von dem Augenblicke an, daß die Luft zum Unterhalte einer Lichtflamme nicht mehr dienlich ist. Daß in überfüllten Räumen die Luft nur sehr selten in dem Grade verbraucht wird (nämlich dessen Sauerstoff) oder in dem Grade verunreinigt (nämlich von Kohlensäure), daß es bis zum Ersticken kommt, rührt nur davon her, daß Thüre und Wände in unseren Wohnungen meistens sehr weit davon sind, luftdicht zu schließen. Wie es übrigens in manchen Fällen erquicken kann, daß ein Fenster aufgemacht wird, weiß ein Jeder. — „Es leben ja aber viele Thiere unter der Erde und im Wasser!“ Allerdings, doch können sie es unter der Erde eben nur, indem auch der Erdboden nicht luftdicht zusammengepackt ist, manche Thiere sich auch noch eigene Luftgänge darin ausgraben. Unter dem Wasser aber können Thiere auch nur unter der Bedingung leben, daß die Luft demselben nicht gänzlich abgesperrt ist. Durch die Oberfläche des Wassers wird Luft eingesogen, Kohlensäure ausgestoßen, und dieser Stoffaustausch darf nicht ausbleiben — im Verhältniß natürlich immer zum Umfange des Wassers und zur Menge der darin lebenden Thiere. Wenn die Fischer, von der Erfahrung geleitet, auf den gefrornen Seen Löcher ins Eis einschlagen, so thun sie für die Fische eben das, was wir für uns selbst thun, wenn wir Fenster aufmachen.

Der Stoffaustausch, den die Thiere durchs Athmen mit der Luft eingehen, wird durchs Blut vermittelt, so wie dies überhaupt vom organischen Stoffaustausche der Thiere gilt. Es ist das Blut, das beim Athmen die Kohlensäure ausstößt, den Sauerstoff auffängt. Dies läßt sich durch chemische Untersuchung des Blutes nachweisen, und läßt sich bei den rothblütigen Thieren auch schon an der Farbe desselben erkennen. Durch die Schwängerung mit Kohlensäure wird das Blut bei diesen Thieren dunkel blauroth, oft fast schwarz; durchs Entweichen der Kohlensäure und die gleichzeitige Aufnahme von Sauerstoff wird es scharlachroth.

Erlauben Sie mir, Ihnen eine Vivisection, das heißt, einen Versuch an einem lebenden Thiere zu schildern, so wie ich ihn im Jahre 1824 bei meinem Lehrer, Professor Magendie, in Paris gesehen. Ich wüßte nicht einen mehr schlagenden Beweis für den Satz anzugeben: daß das Blut durchs Athmen scharlachroth, durch die Unterbrechung des Athmens blauschwarz wird.

An einem kräftigen Hunde wurde ein tiefer Einschnitt vorn am Halse gemacht, darauf der Kehlkopf quer durchgeschnitten, und in die Luftröhre eine blecherne Röhre gesteckt, die sich durch einen Hahn nach Belieben öffnen oder verschließen ließ. Diese ganze Vorkehrung war nur deshalb getroffen, damit man, ohne irgend einen Druck auf die Blutadern auszuüben, den Luftzugang schnell und sicher absperren könne. Die blecherne Röhre ragt aus der Wunde vorn am Halse hervor; der Hahn ist geöffnet; das Thier athmet frei und leicht durch diese künstliche Luftröhre. Ein Dutzend weiße Porzellantassen stehen bereit, um von einem Gehülfen regelmäßig jede Sechstelminute eine nach der andern vor=

geschoben zu werden. — Es wird dem Thiere eine kleine Schlagader geöffnet; das scharlachrothe Blut schießt hervor in einem erst anhaltenden, dann taktmäßig unterbrochenen Strahl; der Hahn in der blechernen Röhre wird geschlossen. Die erste Sechstelminute ist um; die zweite Tasse wird untergeschoben. Das Blut hat seine erste frische Röthe um etwas eingebüßt. In der dritten Tasse scheint es, gegen das in der ersten, dunkel; in der vierten und fünften erhält es allmählig das Ansehn von venösem Blut. Das Thier wird jetzt sehr unruhig. In der sechsten Tasse ist das Blut eher schwarz als roth zu nennen. Es stellen sich Zuckungen ein; der Blutstrom stockt; das Thier wird ohnmächtig — man beeilt sich den Hahn zu öffnen. Das Thier schöpft tief die Luft ein; das Blut strömt von Neuem; in der 7ten, 8ten und 9ten—12ten Tasse nimmt es allmählig die scharlachrothe Farbe wieder an. Die Wunde wird geschlossen, das Thier verbunden und losgelassen. — Jeder Kampf fordert seine Opfer; der Kampf für die Wissenschaft fordert die seinigen!

Es ergiebt sich, daß wenn Jemand gar zu lange den Athem anhält, so ist das Blut in seinen Schlagadern, wenn er eben wieder Luft schöpfen muß, kein Schlagaderblut zu nennen; es ergiebt sich, daß die Luft, die die Lunge schöpft, alsbald der ganzen Blutmasse, und somit dem ganzen Körper zu Gute kommt.

Hauptsächlich jedoch war es mir darum zu thun, Ihnen einen Beweis zu liefern, daß die scharlachrothe Farbe des Blutes durch den Verkehr mit der Luft entsteht. Auch zeigt sie sich in der That, wo nur das frische Blut der Luft ausgesetzt ist. Wenn bei irgend einer Gelegenheit z. B. ein Stück vom Darmkanale eines lebenden Thieres blos gelegt worden, so kann

man ganz deutlich sehen, wie das Blut in dessen Venen allmählig heller roth wird, und dies geschieht eben dadurch, daß die Kohlensäure aus dem Blute durch die Gefäßwände und den dünnen Ueberzug des Bauchfells tritt, indessen umgekehrt der Sauerstoff von außen hineintritt. Ein Athmen, im chemischen Sinne des Wortes, muß überall stattfinden, wo das dunklere Blut von der äußeren Luft nur durch solche Häute getrennt ist, die dünn genug sind, um den Durchgang der Luftarten zu gestatten. Es ist durch Versuche bewiesen worden, daß namentlich durch die dünne Haut der Frösche ein solches Athmen regelmäßig stattfindet, und es scheint ihnen dieses Athmen durch die Haut auch nicht weniger nothwendig zu sein als das durch die Lungen; denn wenn ihre Oberfläche mit Oel überstrichen wird, so ersticken sie sogar noch schneller, als wenn man ihnen die Lungen ausschneidet. Haben wir doch auch gesehen, wie das Küchlein im Ei durch die Kalkschale und die Schalenhaut hindurch seinen Athem zieht.

h. Kiemen — Tracheen.

Bei manchen der einfachsten Thiere dient nun in der That die ganze Hautoberfläche zum Athemholen; sehr allgemein jedoch ist diese wichtige Lebensverrichtung auf bestimmte Stellen beschränkt, und diese besonders dazu organisirt. Hauptsächlich kommt es immer darauf an, eine größere Ausdehnung der Oberfläche, und durch die vergrößerte Oberfläche einen leichten Durchgang für die Luftarten von und zu dem Blute zu gewinnen. Dies, wissen wir nun schon, kann unter denselben beiden Formen geschehen, als worunter sich die Oberfläche zum Wechselverkehr mit flüssigen Stoffen ausbildet, entweder durch eine Faltung oder durch eine Einstülpung.

Werfen wir erst einen Blick auf die gefalteten Athmungsorgane: die Kiemen!

Sie kennen diese blutrothen, zarten Gebilde an den Seiten des Fischkopfes, durch die Kiemendeckel geschützt. Blutroth erscheinen sie, wie Sie gleich erachten, eben durch den ungemein großen Reichthum an äußerst dünnhäutigen Gefäßen, die ganz dicht unter der überaus dünnen, weichen und feuchten Haut sich ausbreiten. Der Blutreichthum, die Dünnhäutigkeit, die Feuchtigkeit — Alles ist auf den lebhaftesten Stoffverkehr zwischen dem Blute und der dem Wasser eingemischten Luft abgesehen. Am Allerschönsten nehmen die Kiemen mancher Würmerarten sich aus, wie namentlich die unseres gemeinen Fischerwurms (Arenicola piscatorum). Sie stehen auf diesem als zarte, blutrothe Büschlein in zwei Reihen den Rücken entlang (denn auch diese Thiere haben rothes Blut). Um sie jedoch in ihrer anmuthigen Pracht zu beobachten, muß man das Thier unterdessen in klarem Wasser halten; denn nur im Wasser können die zarten Kiemenblättchen und Kiemenfäden sich schwebend aus einander breiten. So wie die Kieme über den Wasserspiegel reicht, sinkt sie zusammen, trocknet ein, und mit dem Blutkreisen in ihren Gefäßen und dem darauf beruhenden Athmen hat es ein Ende. Kiemen eignen sich, wie man dies gleich sieht, nur für das Athmen der im Wasser enthaltenen Luft, zum Athmen der freien Luft allenfalls nur bei solchen kleineren Thieren, die anhaltend in feuchten, verborgenen Schlupfwinkeln leben, wie namentlich bei einigen krebs- und spinnenartigen Thieren.

Wie nun das Blut durch eine Kieme kreist, ist ganz leicht zu fassen. Nehmen wir als Beispiel einen Zweig von den Kiemen



49.

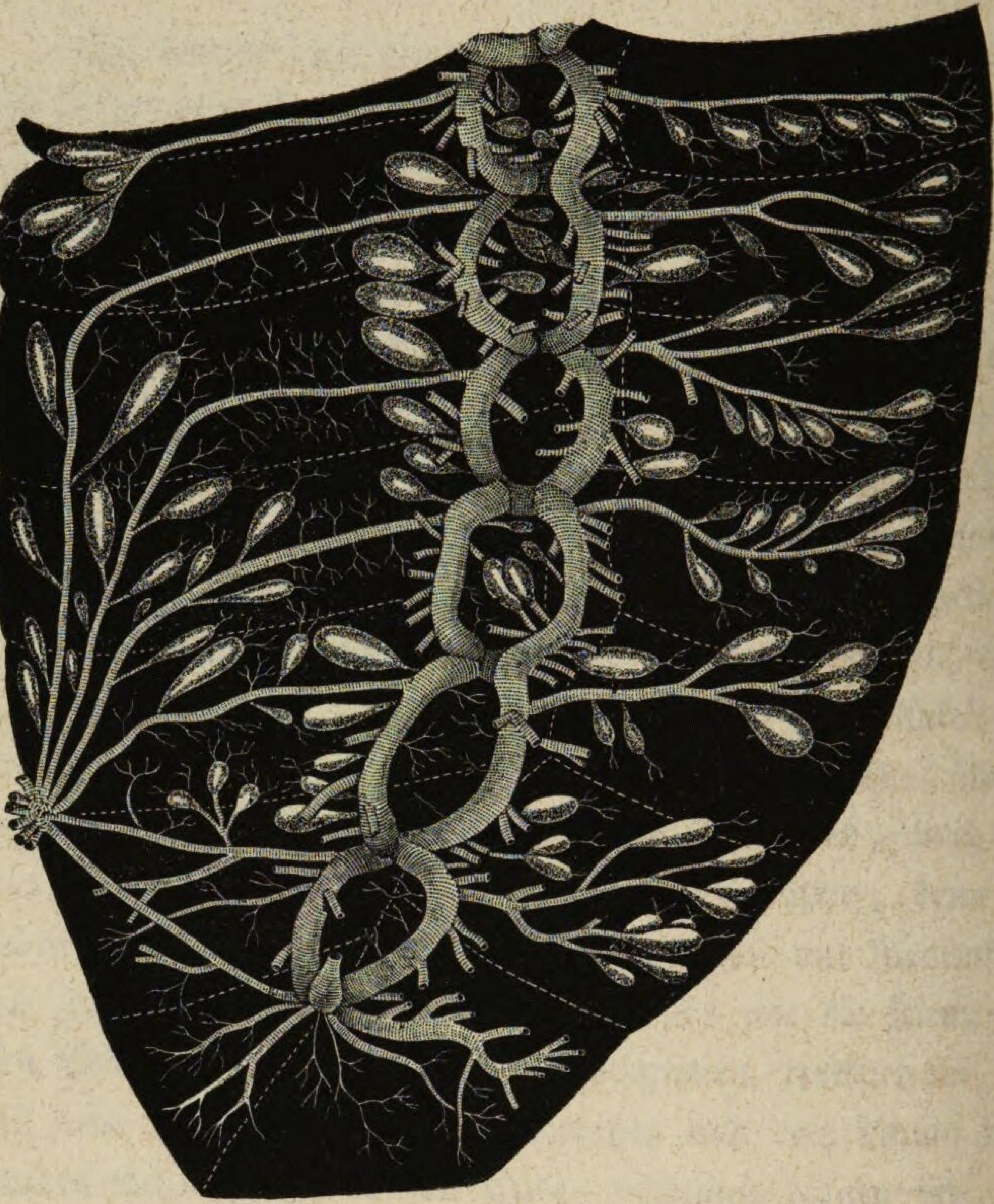
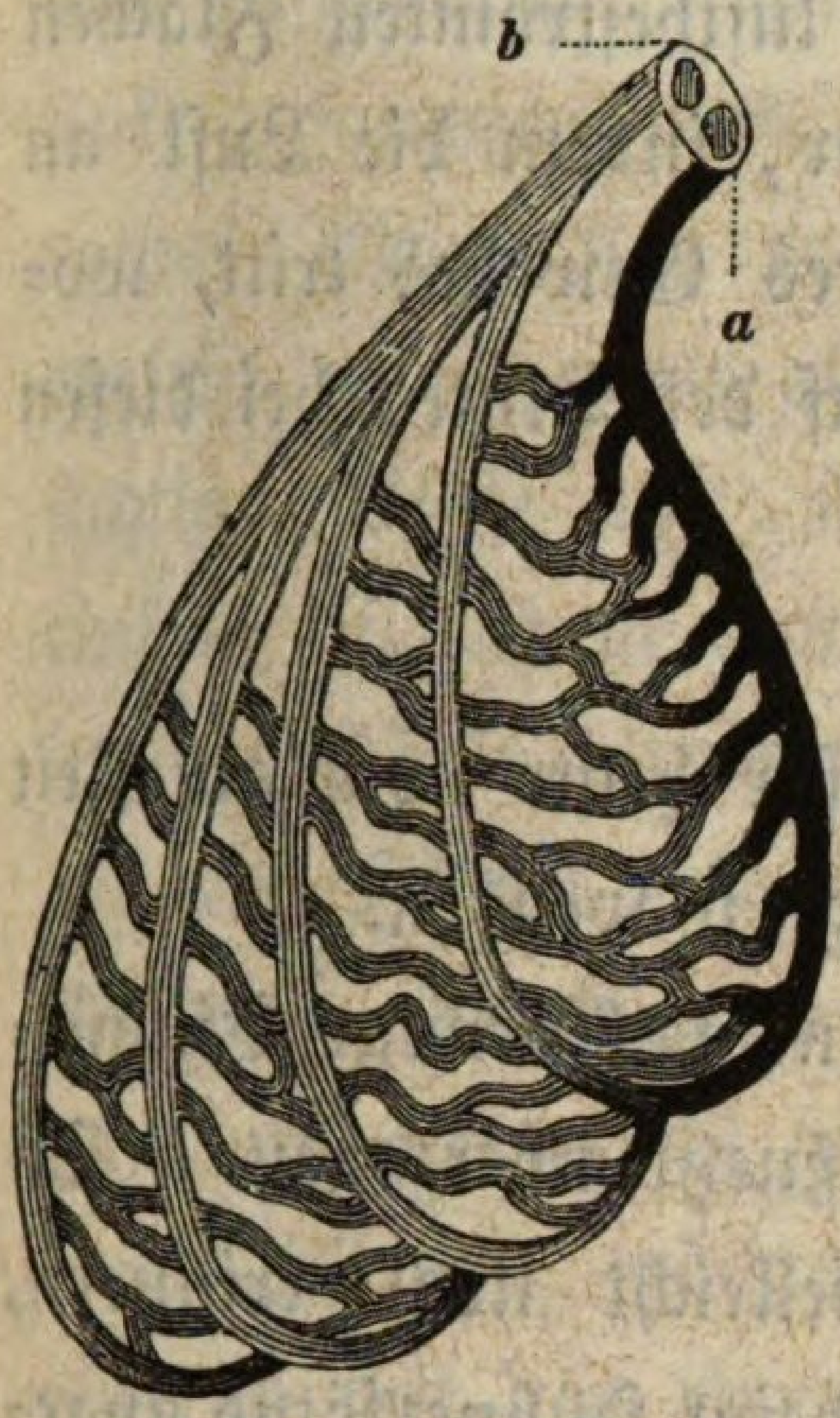


Fig. 49. Die zunächst an den Hautdecken liegende Schicht der Tracheen an der rechten Seite im Hinterleibe des Maikäfers. (Nach Straus-Durckheim: Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés. 1828. Tab. 7, fig. 4.) Die Stämme vereinigen sich an der Seitenlinie in kreisförmigen Bogen. An jeder Vereinigungsstelle ist außen ein Luftloch. Die blasenförmigen Erweiterungen der Tracheen sind dieser Insectenfamilie eigen. Die herabsteigenden Tracheenzweige der 6 hintersten Glieder vereinigen sich hier von beiden Seiten in der unteren Mittellinie.

des bekannten blinden Froschthieres: Proteus. Das mit Kohlen-

48.



säure stark geschwängerte, und dadurch schwarzblaue Blut wird in einem Gefäßstamme den Kiemen zugeführt, an jede Kieme und jeden einzelnen Zweig einer solchen besonders vertheilt (a); es kreist hier in einem zarten Gefäßnetze, und wird unterdessen durch den Verkehr mit der dem Wasser eingemischten Luft scharlachroth, worauf es in einem zurückführenden Zweig (b) in die große Körperschlagader (Aorta) strömt.

Wir gehen jetzt an die Betrachtung der zweiten Form der Athmungsorgane, nämlich der eingestülpten! Erst wollen wir den sehr eigenthümlichen Athmungsorganen der Insecten ein Paar Minuten widmen. Man nennt sie Tracheen. Sie werden es wahrscheinlich schon bemerkt haben, daß die Insecten ganz gemeiniglich beide Seiten des Körpers entlang eine Reihe Löcher haben, eins an jedem Gliede. Wenn das Insect auffliegen will, sieht man es die Luft durch diese Löcher förmlich einpumpen, und in der That kann es seinen ganzen Körper mit Luft anfüllen. Die Löcher führen nämlich in ein System von Röhren, das sich inwendig so vollständig verbreitet, daß kaum irgend ein Organtheil nicht dabei bedacht ist. Dieses ist nun allerdings eine höchst ei-

Fig. 48. Ein Zweig von einer der 6 Kiemen des Proteus anguinus, stark vergrößert. (Nach Rusconi Monografia del Proteo anguino di Laurenti Tab. IV, fig. 18.) a: eine Verzweigung des hinzuführenden Gefäßes (Arteria branchialis); b: einer von den zurückführenden Zweigen.

genthümliche Form; denn wenn der Stoffverkehr zwischen Nahrungsflüssigkeit und Luft sonst immer dadurch bewirkt wird, daß sich die Nahrungsflüssigkeit zu den luftbeströmten Flächen hinbegiebt, so wird er es hier vielmehr, indem die Luft an sämmtliche Organe bis ins Innerste ihres Gewebes tritt, wodurch denn auch ein eigentlicher Kreislauf des Blutes bei diesen Thieren größtentheils wegfällt.

i. Lungen.

Jetzt aber müssen wir, was uns für heute noch an Zeit übrig ist, an die Betrachtung der Lungen wenden.

Jede Lunge ist im Wesentlichen eine sackförmige Einstülpung der Haut mit einem dichten Gefäßnetze überzogen. So einfach geformt, werden Sie sich vielleicht noch erinnern, daß wir die Lunge (Pag. 44. Fig. 10, l) beim Hühnerfötus angetroffen, wenngleich nicht unmittelbar von der äußeren Oberfläche, sondern von der Rachenhöhle eingestülpt. Nicht weniger einfach ist die Lunge bei den Land- und Süßwasserschnecken. Wer sollte nicht an einer Waldschnecke rechts, dicht am Kopfe die runde Oeffnung bemerkt haben, die dann und wann ganz bedeutend groß wird? Es ist diese Oeffnung gerade der Eingang zum Lungensacke, und an der äußeren Wand von diesem ist es, daß das Blut sich in einem Gefäßnetze vertheilt, mit der geschöpften Luft in Gemeinschaft tritt, und in einem Stamme gesammelt nach dem Herzen geführt wird.

Bei den Wirbelthieren sind immer zwei Lungen vorhanden, nur daß bei den Schlangen die eine in der Regel winzig klein bleibt. Wir müssen nun nachweisen, daß auch die völlig ausgebildeten Lungen der Wirbelthiere sich mit einer sack- oder blasenförmigen Einstülpung vergleichen lassen. Für die Lungen der Amphibien ist dies ganz leicht. Werfen wir einmal einen Blick auf eine solche Amphibienlunge, z. B. die eines Frosches, wie sie sich eben aus einer Wunde am Unter-

leibe hervordrängt! Es ist offenbar ein überaus dünnhäutiger Sack, mit reichlichen Gefäßen bekleidet und von der Luftröhre aus aufgeblasen. Ein Stich darin — und die ganze Lunge sinkt zusammen, und hängt als ein ganz kleines, weiches, hellrothes Klümpchen in der Bauchwunde. Genauer betrachtet ergiebt es sich nun allerdings, daß diese überaus feine, durchsichtige Blase mit ihrem rothen Gefäßnetze nicht so ganz einfach ist, indem namentlich sehr viele Falten der Schleimhaut in ihre Höhle hineinragen, wodurch dem Gefäßnetze eine vergrößerte Fläche zum Verkehre mit der Luft dargeboten wird. Dadurch jedoch wird das Bild von der eingestülpten Blase auch um gar nichts gestört.

„Ist es", möchten Sie nun vielleicht fragen, „aber auch eben so mit den Lungen der Vögel, der Säugethiere und des Menschen? Wir haben doch mitunter Gelegenheit gehabt, z. B. die Lunge von einem Kalbe oder einem Lamm zu sehen, und die hatte doch mit einer Blase auch nicht die entfernteste Aehnlichkeit". Vergessen wir aber nicht, daß eine solche herausgeschnittene Lunge eben nur in dem Zustande ist, worin wir jene Froschlunge nach dem Einstiche als „ein ganz kleines, weiches, hellrothes Klümpchen" in der Bauchwunde hangen sahen. Sie ist in sich selbst eingesunken, indem sie der Luft entladen worden. Nehmen wir nun aber eine solche eingesunkene, jedoch ganz unbeschädigte Kalbslunge vor! Blasen wir sie einmal strotzend voll durch die Luftröhre auf — und schauen Sie nun die große Veränderung, die damit auf einmal geschehen! Wollen wir sie eine Zeitlang beobachten, so müssen wir die Luftröhre zudrücken, um den Austritt der eingeblasenen Luft zu verwehren. Alle die größeren Abtheilungen beider Lungen — man nennt sie „Lungenlappen" — haben sich bedeutend erweitert und, von Luft strotzend, in die Höhe gerichtet. „Ist denn wirklich jeder solche Lappen eine

Blase?" Eine Blase allerdings nicht, sondern vielmehr eine Anhäufung von unzähligen, überaus kleinen, gestielten Bläschen, und jedes der Stielchen ist eben ein Endzweigchen von der Luftröhre.

Damit ist Ihnen denn nun auch der ganze Lungenbau dargelegt. Sie sehen, es ist im Grunde durchaus derselbe, den wir in den sogenannten „Traubendrüsen" haben kennen lernen. Sollte ich Ihnen davon eine skizzirte Abbildung vorlegen, so würde es ganz dieselbe werden, die oben (Pag. 183, Fig. 46) von der Ohrspeicheldrüse gegeben wurde. Die Luftröhre theilt sich in Hauptäste, kleinere Aeste, Zweige, Zweigchen und Stielchen, welche letztere sich als Bläschen enden. Es sind diese Bläschen sehr klein, fürs unbewaffnete Auge jedoch gar nicht schwer zu erkennen, besonders gleich nachdem man die Lunge kräftig aufgeblasen hat. Daß die Lunge dann auch noch eine weißliche Farbe annimmt, müssen Sie sich eben nur so erklären, als wenn auch ein Stück Eis oder Glas durchs Zerquetschen weiß wird, nämlich eben nur durch die Lichtbrechung an den überaus vielen kleinen Theilchen, von denen doch jedes einzelne ganz klar und durchsichtig ist. Denn jedes der Luftbläschen in der Lunge ist nicht weniger klar und durchsichtig als Glas, oder fast als die Luft selbst.

Weswegen ist nun die Luftröhre in den Lungen der Säugethiere und des Menschen nicht in eine einfache Blase, sondern in unzählige Bläschen erweitert? Offenbar um eine eben so viel größere Fläche zu gewinnen, worauf das Gefäßnetz der Luft ausgesetzt werden kann. Jedes Bläschen ist an und für sich allerdings rund; so gedrängt jedoch liegen sie, wenn gefüllt, an einander, daß sie dann meist sechseckige Prismen darstellen, wenngleich noch mit Beachtung des nöthigen Platzes für die Blutgefäße — denn vergessen wir ja nicht, daß

die Blutgefäße am Lungenbau einen nicht geringeren Antheil haben als die Luftwege!

Wohl möchte man dieses mehr oder weniger übersehen können, während man sich nur an frisch ausgeschnittene Lungen hält. Werfen wir nun aber noch einen Blick auf diese Reihe von wunderschönen Lungenpräparaten, alle von meinem gefeierten Collegen, Prof. Ibsen verarbeitet. Wunderschön darf ich sie nennen — nicht eben wegen der bunten, reinen Farben: schneeweiß, zinnoberroth und grasgrün, sondern vielmehr noch wegen der meisterlichen Bearbeitung. Es sind Menschenlungen! So und nicht anders sind die Lungen des Menschen in den verschiedenen Altern geformt und gebaut — lassen Sie sich jedoch durch diese Mittheilung ja nicht den angenehmen Eindruck stören, den der schöne Gegenstand auf Sie gemacht. Aufrichtig gesagt, ist vom menschlichen Körper an diesen Präparaten auch nicht das Allergeringste mehr vorhanden. Hören Sie wie die Präparate verfertigt worden, und urtheilen Sie selbst!

Einer frischen Lunge wurde erst die Luftröhre mit einer weißgefärbten Wachsmasse, dann die hinzuführenden Blutgefäße mit einer grünen, und die zurückführenden mit einer rothen eingespritzt. Von der dreifachen Wachsmasse strotzend ward nun die Lunge in eine scharfe, faulende Lauge gelegt, worin gewiß kein Uneingeweihter etwas Schönes verborgen geglaubt; denn wie sollte er es vermuthen, daß hier die Auflösung des Todes eben nur in Anwendung gebracht, um die Formen des Lebens zu enthüllen? — Endlich scheint die Verwesung vollendet zu sein. Es gilt nur noch, das überaus zerbrechliche Stück aus dem Schlamme zu erlösen. „Glücklich ist die Form gefüllt! wird's auch schön zu Tage kommen, daß es Fleiß und Kunst vergilt?"

Alles gelungen! Die Luftröhre ist so vollständig in ihren Verzweigungen gefüllt worden, daß an manchen Stellen die Luftbläschen selbst als eine Gruppe von schneeweißen Kügelchen sichtbar sind. Die Blutgefäße sind es nicht weniger; vergessen wir nur nicht, daß die feinsten Blutgefäße, namentlich diejenigen, die als ein Netz jene Luftbläschen umspinnen, dermaßen fein sind, daß an eine Erhaltung ihrer Injectionsmasse, nachdem sie selbst vermodert, gar nicht zu denken ist. An einem idealen Präparate dieser Art würden die grünen und rothen Stränge eben auf jenen Bläschen vielfältig mit einander verbunden sein, und zwar als ein nur durchs zusammengesetzte Mikroskop erkenntliches Netz. Denn die grünen Stränge zeigen ja eben die Bahn des Blutes an, das sich an diesen Bläschen vertheilt, um der in ihnen eingeschlossenen Luft ausgesetzt zu werden, und die rothen Stränge die Bahn, worauf es dann wieder aus der Lunge zurückströmt.

Dieser ganzen Darstellung gemäß haben wir also in diesen Präparaten nicht eigentlich die Lungen selbst, sondern nur den Abdruck aller ihrer Höhlen: der Höhlen ihrer Luftwege und ihrer Blutgefäße. So überwiegend jedoch ist der Raum, den diese Höhlen; so klein verhältnißmäßig der Platz, den ihre Häute und das sie vereinigende Bindegewebe einnimmt, daß dieser Abdruck der Höhlen an und für sich das ganze Organ in allen seinen scharfen Umrissen wiederzugeben scheint.

Denken wir uns einmal eine Froschlunge auf eben diese Weise zubereitet! Sie würde sich als ein großer weißer Wachsklumpen darstellen, worauf sich ein Netz von großen und kleinen Gefäßen verbreitete. So viel weniger sparsam ist hier der Raum benutzt worden; mit einer so großen Luftmasse wird hier der Körper angefüllt, um auf eine so geringe Blutmasse einzuwirken. Wie viel vollkommener ist doch der Bau eines

Menschen! — Ja allerdings! Das heißt für den Menschen, der in der That mit einer Froschlunge sehr schlecht gedient wäre. Nicht so jedoch für den Frosch, dem ein nach dem Typus der Menschenlunge gebautes Athemorgan nicht weniger schlecht bekommen würde. Denn mit einer solchen würde der Frosch eben nur so lange unter dem Wasser bleiben können, als der Mensch es kann, — und was wäre das Leben dem Frosch, wenn er dort nicht länger weilen dürfte?

An dem großen Luftvorrathe in der blasenförmigen Lunge zehren also die Amphibien und die Süßwasserschnecken, während sie unter dem Wasser sind; nur dann und wann müssen sie zur Oberfläche hinauf, um einen frischen Vorrath gegen den hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes bereits verbrauchten einzutauschen. An der Schlangenlunge ist besonders der hinterste Theil eben nur als ein Luftbehälter zu betrachten; denn an ihm zeigen sich auch an sehr fein injicirten Präparaten gar keine Gefäße; ein chemischer Athmungsprozeß ist also hier ganz ausgeschlossen. Diesem hinteren, sackförmigen Theile der Schlangenlunge entsprechen nun auch die Luftsäcke, die sich bei den Vögeln als Anhänge der Luftwege bis tief in die Unterleibshöhle, und dann gar in die Knochenhöhlen hinein erstrecken. Sie mögen ebenfalls als Luftbehälter dienen, ganz besonders jedoch wohl nur um den ganzen Körper leichter zu machen.

Ich möchte Ihnen auch noch etwas über die Eigenthümlichkeiten in der Form und in dem Bau der verschiedenen Säugethier- und Vogellungen mittheilen. Es drängt jedoch die Zeit, und wir haben noch einen sehr wichtigen Gegenstand hier abzuhandeln, nämlich den:

k. Mechanismus des Athemholens.

Das Wesentliche des Athmens liegt in dem gegenseitigen Austausche von Stoffen zwischen der Nahrungsflüssigkeit und

der Luft. Kiemen und Lungen stimmen darin in ihrem Bau überein, daß ihr feinstes Gefäßnetz sich einer feuchten Haut anschmiegt, die der Lufteinwirkung ausgesetzt ist und dabei auch dünn genug, um den verschiedenen Luftarten einen leichten Durchgang zu gestatten. Die sauerstoffhaltige Luft dringt also zum Blute hinein, die mit Kohlensäure geschwängerte dringt hinaus. Durchs Athmen selbst wird die Luft zum ferneren Athmen unbrauchbar; die Luft zunächst um die athmende Fläche muß fortwährend erneuert werden.

Um die Kieme hrrum geschieht nun dieses, während sie im Wasser schwebt, wie von selbst, durch die Strömung des Wassers und durch die Bewegungen des Thieres. In der Lunge hingegen kann die Erneuerung der Luft nur dadurch geschehen, daß sie taktmäßig ausgestoßen und frisch eingezogen wird. Das Erstere erfordert keine besondere Kraftäußerung, indem es bereits durch die Elasticität der ausgedehnten Theile hervorgerufen wird. Hingegen gehört zum Einziehen der frischen Luft ein Mechanismus, der dem Saugen oder Einpumpen entspricht. Betrachten wir nun diesen Mechanismus namentlich bei dem Menschen etwas genauer.

Die Luft soll durch die Luftröhre in die Höhlung der Lunge gerade so, wie das Wasser durch die Spritzenröhre in die Höhle der Spritze, eingezogen werden. Dies geschieht am Einfachsten mittelst eines Stempels, und einen solchen haben nun alle Säugethiere, und somit auch der Mensch, im Zwerchfell (Diaphragma). Es ist jedoch dieses keine einfache Platte, die durch eine fremde Kraft auf- und abgeschoben wird, sondern vielmehr eine fleischige Zwischenwand zwischen der Brust- und Bauchhöhle, deren taktmäßiges Ab- und Aufsteigen, durch ihre eigene alternirende Zusammenziehung und Erschlaffung entsteht. Denn während in den künstlichen Machinerien die bewegende Kraft immer von außen auf das zu Bewegende

einwirkt, liegt sie in den Organismen ganz allgemein in dem beweglichen Körper selbst.

Das Zwerchfell ist in seinem mittleren Theile sehnig, in seinem ganzen Umkreise fleischig, und mit seinen Fleischfasern ringsum an den unteren Rand des Brustkastens befestigt. Seine bei weitem stärksten Fleischbündel sitzen an dem Rückgrate. In seinem erschlafften Zustande ist es stark gewölbt, und ragt mit seinem obersten Theile hoch in die Brusthöhle hinauf; die Lungen nehmen alsdann einen verhältnißmäßig kleinen Theil dieser Höhle ein, während die Leber vom Rippengürtel gänzlich gedeckt ist. Dies ist der Augenblick, worin der Stempel im Pumpenwerke des Athmens am weitesten vorgeschoben worden; es ist, mit anderen Worten, der Augenblick nach einer Ausathmung.

Es folgt darauf die Einathmung. Die Fleischfasern des Zwerchfelles verkürzen sich, und ziehen dadurch vom ganzen Umkreise, besonders jedoch vom Rücken her, den mittleren, sehnigen Theil herab. Es ist dieses die Einziehung des Stempels im Pumpenwerke des Athmens. Die Brusthöhle wird nach unten hin erweitert; die Luft dringt in die Lungen. In demselben Verhältniß werden die Leber und die unterliegenden Gedärme abwärts nach dem Nabel gedrängt. Die Bauchwände weichen dem Drucke der Eingeweide — die Einathmung ist vollendet. Denn wiederum erschlafft das Zwerchfell; die Bauchwände wirken zum Theil schon durch ihre Elasticität, besonders jedoch durch ihre Muskelkraft auf die Baucheingeweide, diese auf das erschlaffte Zwerchfell zurück. Die Brusthöhle wird wiederum eingeengt, die Luft aus den Lungen gestoßen: es ist die Ausathmung.

Und so geht es nun etwa 12 mal jede Minute, desto regelmäßiger, je weniger wir darauf achten, Tag und Nacht, Jahr aus Jahr ein, vom Augenblicke der Geburt ab und bis

zum letzten Hauche. Halten wir uns hier nicht damit auf, die Zweckmäßigkeit des ganzen Mechanismus weiter zu erläutern. Schreiten wir lieber vorwärts, um das Thatsächliche weiter kennen zu lernen.

Der ganze Mechanismus des Athmens wurde mit dem eines Pumpenwerkes zusammengestellt; das Zwerchfell dem Stempel eines solchen gleichgesetzt. Diesem ist jedoch die Lunge, in die die Luft eingezogen wird, gar nicht angewachsen. Die Befestigung der Lungen wird nur eines Theils durch ihre großen Gefäßstämme, andern Theils durch die Lungensäcke (Pleura) bewirkt, die so wie der Herzbeutel und das Bauchfell zu den sogenannten serösen Häuten gehören. Es mag hier die Gelegenheit benutzt werden, Ihnen die Natur dieser Häute zu erläutern.

Stellen Sie sich eine gewöhnliche Schlafmütze vor, die ja eigentlich ein geschlossener Beutel=Sack ist, von welchem die eine Hälfte in die andere eingesteckt worden. Wir wollen uns ferner eine solche Schlafmütze als von Gichttaffet gemacht denken, der bekanntlich auf der einen Seite grün, auf der andern schwarz ist. Man hat nun die grüne Seite nach außen gelassen, die schwarze nach innen; an der Schlafmütze ist folglich die schwarze Fläche gar nicht mehr kenntlich, sie liegt nur mit sich selbst in Berührung, die Schlafmütze ist überall grün anzusehen, sowohl auswendig, als inwendig, wo sie dem Kopfe angedrückt sitzt. Jetzt denken Sie sich nur noch für einen Augenblick diese taffetene Schlafmütze über den ganzen Kopf herabgezogen und am Halse fest zusammengeschnürt, — und Sie haben den Kopf gerade so in der Schlafmütze stecken, wie jede Lunge in ihrem Lungensacke und jedes Herz in seinem Herzbeutel. Die versteckte, schwarze Fläche der Schlafmütze entspricht einer überaus glatten feuchten Wand der serösen Häute, die überall nur mit sich selbst in Berührung ist; die grüne hingegen

entspricht einer unebenen, rauhen Wand derselben. An jedem Lungensacke ist namentlich diese unebene, rauhe Wand nach innen (anstatt den Kopf zu überziehen) der Lunge angewachsen, nach außen (anstatt frei zu liegen oder den weichen Betten eingedrückt zu sein) an die Wände der Brusthöhle, und somit auch an die obere Fläche des Zwerchfells geheftet. Halten Sie in Ihren Gedanken nur noch — ich bitte Sie — für einen Augenblick die Schlafmütze unten am Halse eng zusammengeschnürt, und Sie haben hier gerade die enge Stelle eines Lungensackes, wodurch die Hauptäste der Luftröhre und der Lungenblutgefäße ein- und austreten.

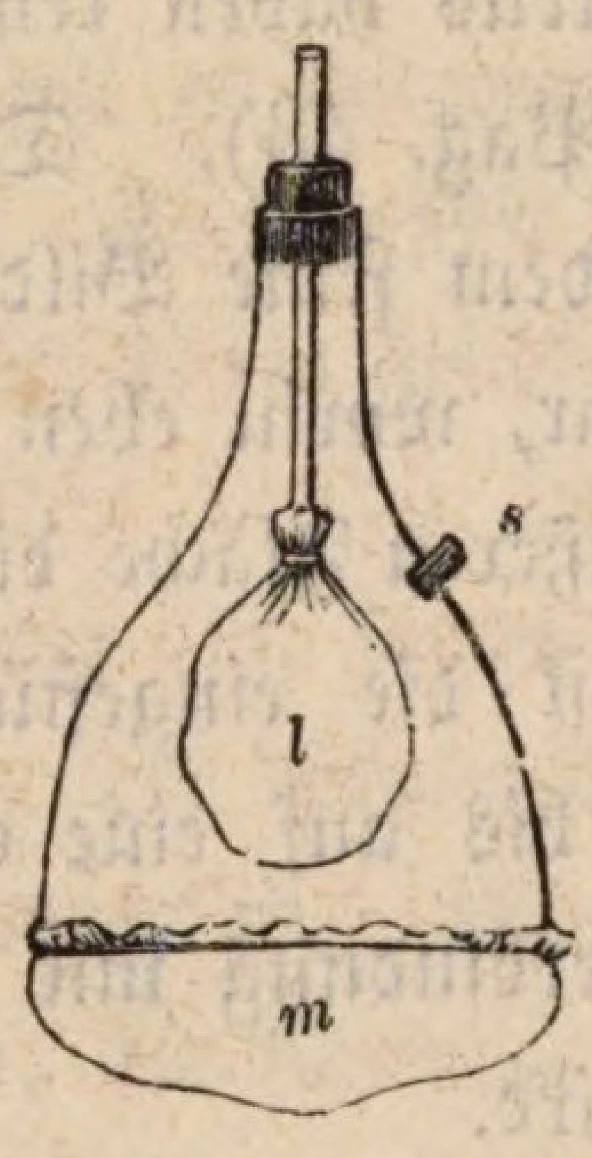
Sollten Sie es noch in Ihrem Gedächtniß bewahren, daß wir ein ganz entsprechendes Gebilde bereits haben kennen gelernt? Es war das Amnion. (Fig. 9, Pag. 43). Denn in der That stellt auch das Amnion, nachdem seine Bildung vollendet worden, einen geschlossenen Sack dar, worin eben das Schafswasser enthalten ist; und von der äußeren Fläche dieses Sackes (der grünen in unserem Bilde) ist die eingestülpte Hälfte dem ganzen Fötus fest angewachsen bis auf eine enge Stelle (die Nabelschnur), wodurch die Verbindung mit den auswendigen Organen zu Wege gebracht wird.

Wenn man das Amnion aufschneidet, so findet man den Fötus in dessen Höhle am Nabelstrange hangend, sonst jedoch frei, wie in dem Schafswasser schwimmend. So ist nun auch in der That jede Lunge in der Höhle ihres Lungensackes, das Herz in der seines Herzbeutels an jener eingeschnürten Stelle hangend, sonst überall ganz frei; und es würden auch diese Organe als wie schwimmend sich ausnehmen, wenn nicht die Feuchtigkeit in jenen (unserem Bilde nach schwarzwändigen) Höhlen allerdings nur sehr sparsam vorhanden wäre.

Kehren wir jetzt zum Respirationsmechanismus zurück!

Dem Zwerchfelle ist nicht die Lunge, sind vielmehr nur diese Lungensäcke, so wie auch der Herzbeutel, angeheftet. Indem es sich herabzieht, strebt es eigentlich nur diese Säcke zu erweitern. Sie werden es jedoch leicht einsehen, daß so-lange diese Säcke vollständig geschlossen, hingegen die Höhle der Lungen mit der äußeren Luft in offener Verbindung steht, muß die Folge durchaus dieselbe werden, als ob das Zwerchfell unmittelbar auf die Lungen selbst einwirke. Um das Verhältniß zu erläutern, hat mein Vorgänger auf diesem Lehrstuhle, der verstorbene Etatsrath Herholdt, sich folgendes Instruments bedient. Ein gläserner Trichter stellt den Brustkasten vor; unten an der weiten Oeffnung ist eine schlaffe, feuchte Blase (m) statt des Zwerchfelles angebunden; oben in der engen Oeffnung steckt ein Korkstöpsel, und dadurch geht eine Röhre, die mit einer Blase (l) im Innern des Trichters in Verbindung steht. Es soll die Röhre die Luftröhre, die Blase die Lunge vorstellen, wie Sie schon erachten. Auch hier steht die untere Wand (m) mit der eingeschlossenen Blase in gar keiner Verbindung. Dennoch werden Sie gleich sehen, daß so wie diese untere Wand herabgezogen wird, füllt sich die innere Blase durch die Röhre mit Luft an; und so wie sie dagegen in den Trichter hinaufgeschoben wird, entleert sich die innere Blase durch dieselbe Röhre hinaus.

50.



Es ist dies Alles, wie Sie wohl schon wissen werden,

Fig. 50. Ein gläserner Trichter mit der engen Oeffnung nach oben, der weiten nach unten; jene mit einem Stöpsel verschlossen, wodurch eine Röhre geht, die in eine Schweinsblase (l) einmündet; der weiteren Oeffnung eine ganz schlaffe Blasenhaut (m) angebunden; s: ein Stöpsel, der eine Oeffnung im Trichter verschließt.

eine einfache Folge von dem, was die älteren Physiker den „Widerwillen der Natur für den leeren Raum" nannten, richtiger gesagt, es ist die Folge vom äußeren Luftdruck. Die untere Wand (das Zwerchfell) kann gar nicht herabgezogen werden, wenn nicht der dadurch gewonnene Raum von einem andern Körper angefüllt wird. Hier kann er es eben nur durch die in die innere Blase hineinströmende Luft.

Damit es aber so geschehe, muß einerseits der Zutritt zur inneren Blase der Luft offen stehen, andrerseits jeder andere Zutritt in den Kasten ihr verschlossen sein. Um nun auch dieses zu zeigen, ist jenem gläsernen Trichter ein Loch eingebohrt worden. In dem vorigen Versuche wurde es durch einen Korkstöpsel (s) sorgsam verschlossen. Ziehen wir nun einmal diesen Stöpsel heraus, und wiederholen wir den Versuch. Sie sehen, wie kärglich sich die innere Blase jetzt anfüllt, wie unvollkommen sie sich entleert! Das Herabziehen der unteren Wand (des Stempels) saugt die äußere Luft bei weitem mehr in die Höhle des Trichters (die Lungensackhöhle), als in die innere Blase (die Lunge) hinein; und — was nicht weniger störend ist — das Hinaufstoßen des Stempels vermag weder diese Luft aus der großen Höhle vollständig zurückzutreiben, noch die inwendige Blase zu entleeren.

Da haben Sie nun den Grund, weswegen eine Wunde, wenngleich an und für sich unbedeutend, überaus gefährlich ist, wenn sie durch die Brustwände die Höhlung des Lungensackes erreicht. Durch jede Einathmung drängt die Luft in diese Höhlung hinein, ohne durch die folgende Ausathmung wieder hinaus zu gelangen. Sie sammelt sich hier immer mehr und mehr an, und verhindert in demselben Verhältniß immer mehr die Erweiterung der Lunge; das Athmen wird immer beschwerlicher — die kleine Stichwunde kostet gewöhnlich das Leben.

Man hatte sich bemüht die drohende Gefahr dadurch abzuwehren, daß man gleich nach dem Momente der Ausathmung ein Pflaster auf die Wunde drückte. Es war aber auch gar nicht möglich, diesen Moment zu erhaschen. Denn während der Verwundete vom Gefühle des Erstickens gequält ist, hilft auch jede Zumuthung: „doch ein Bißchen langsamer zu athmen", auch nicht das Allergeringste. Das treue Zwerchfell arbeitet in Einem fort was es nur kann, und der Chirurg muß doch zuletzt aufs Geradewohl sein Pflaster auflegen, ob es nun gleich nach dem Momente einer Ausathmung trifft, oder nicht. — Sehr scharfsinnig ausgedacht war ein Instrument von Herholdt, das mittelst einer Ventile nur das Austreten, nicht das Eintreten durch die Wunde gestatten sollte. Im Practischen hat es jedoch bis jetzt nicht Stich halten wollen. Um den verlangten Dienst zu leisten, müßte es durchaus luftdicht an die Brustwand schließen; die Wunde selbst auch nicht durchs Blut und die gequetschten Theile Schwierigkeiten in den Weg legen; das Instrument immer gleich bei der Hand sein — das Alles ist im Practischen äußerst schwer zu erlangen.

Bis jetzt haben wir uns nun die Wände des Brustkastens, bis auf die untere, als steif und unbeweglich gedacht. Das sind aber die vom Rippengürtel gebildeten Brustwände durchaus nicht. Sie können im Gegentheil in allen Richtungen mittelst einer großen Menge von Muskeln erweitert werden. Nur bei dem ganz ruhigen Athmen arbeitet das Zwerchfell für alle übrige Respirationsmuskeln, von den Muskeln der Unterleibswände allein unterstützt um eben die Ausathmung kräftiger zu machen. Es sind auch wirklich sämmtliche Muskeln, die außer dem Zwerchfell noch den Brustkasten mehr oder weniger zu erweitern vermögen, in anderen Bewegungen, zumal des Kopfes und der Arme betheiligt. Sie haben ihre

festen Anhaltspunkte an den Rippen, und wirken von dort aus zur Zurückbiegung des Kopfes oder zur Anziehung beider Schultern und Oberarme. Bedarf es einer kräftigeren Einathmung, so werden sie in entgegengesetzter Richtung in Anspruch genommen. Droht die Gefahr des Erstickens, dann werden sie alle zu Hülfe gerufen. „Da mag wohl der Kranke manchen guten Rath von seinem Arzte nöthig haben!" werden Sie vielleicht sagen. Allerdings wird ein kündiger Arzt es wohl anzugeben wissen, welche Muskeln anzuwenden sind. Gewöhnlich jedoch geht es anders zu. Der Arzt trifft den asthmatischen Kranken gerade so sich benehmend und gerade solche Bewegungen ausführend, als ob er bereits vom Mechanismus des Athemholens vollständig unterrichtet wäre. Den Kopf hält er stark zurück gebogen — denn dadurch können die Kopfbeuger (besonders der Sternocleidomastoideus) an ihm einen festen Anhalt gewinnen, und zur Erhebung der vorderen Brustwand dienen. Die Hände sind zusammengeballt, die Arme steif und straff in allen Gelenken — denn dadurch vermögen die kräftigen Muskeln, die sonst den Oberarm gegen die Brust anziehen (besonders der Pectoralis major), vom Oberarme aus auf die Brustwand einzuwirken.

Und doch weiß nur der Arzt, nicht der Kranke, weswegen eben diese Stellungen, diese Bewegungen dem Bedürfnisse entsprechen. Ein inneres Princip waltet über die Erhaltung des Organismus — hier, wie überall im organischen Leben!

III. Blut und Blutumlauf.

a. Bedeutung des Blutes; b. Erscheinungen am ausgelassenen Blute; c. Kreislauf des Blutes; d. Das Herz; e. Schlagadern; f. Haargefäße; g. Venen — Lymphgefäße; h. Blutmenge — Schnelligkeit des Blutumlaufs; i. Schluß.

---

a. Bedeutung des Blutes.

Das Blut und der Blutumlauf machen den Gegenstand des heutigen Vortrages aus. Es ist ein sehr wichtiger Gegenstand. Denn im Ernährungsleben des thierischen Organismus, in dieser Erhaltung durch einen ununterbrochenen ins Tiefste eingreifenden Wechsel der Stoffe und der Formtheile, wird Alles durchs Blut vermittelt. Was nur eingesogen wird, und zwar das Verbrauchte aus dem Innern der Theile nicht weniger als die Nahrungsstoffe aus dem Speisebrei, der Sauerstoff aus der Luft, geht Alles erst ins Blut über; und was nur abgesondert wird, sei es zu irgend einem Gebrauche für den Organismus oder zur Ausscheidung als unbrauchbar, kommt Alles zunächst aus dem Blute hervor. Demnach erscheint das Blut als ein Gemenge von Stoffen verschiedener Art, verschiedener Bedeutung. Betrachten wir erst diese für den Organismus so bedeutungsvolle Flüssigkeit selbst etwas genauer, so wie sie eben ist, wenn sie bei einem Aderlasse eben in die Tasse geströmt.

b. Erscheinungen am ausgelassenen Blute.

Es ist eine rothe, klebrige Flüssigkeit; hat eine hohe Temperatur, zeigt den wahren Wärmegrad des Körpers (29 —31° R.) an; dampft und hat einen schwachen Geruch, etwas verschieden bei den verschiedenen Thieren, auch wohl bei den verschiedenen Individuen. Wie es nun ruhig gelassen wird, zeigt sich an seiner Oberfläche erst eine dünne Haut, worauf es im Verlaufe einiger Minuten allmählig in seiner ganzen Masse gerinnt. Etwas später sickern auf der oberen Fläche erst einige einzelne, dann immer mehre Tropfen von einer klaren, hellgelben Feuchtigkeit hervor, und somit sondert sich das ausgelassene, geronnene Blut in einen festen, rothen Blutkuchen und ein klares, gelbliches Blutwasser. Der Blutkuchen schrumpft in demselben Verhältniß ein, als das Blutwasser aus ihm heraus sickert, bewahrt jedoch die Form der inwendigen Gefäßwand; er ruht auf dem Boden des Gefäßes, oben und an den Seiten vom Blutwasser umspült.

Beim Schlachten der Hausthiere sucht man das Blut ungeronnen zu gewinnen, und dies geschieht dadurch, daß man es sogleich mit einer Ruthe peitscht. Daß dadurch das Gerinnen verhindert werde, ist indessen nur scheinbar. Das sonst Gerinnende gerinnt auch hier, wird aber von der Ruthe aufgefangen, und sitzt nun dieser als eine faserige Masse an, die zwar hellroth aussieht, durchs Auswaschen aber gelblich oder fast weiß werden kann.

Bringen wir nun einen Tropfen des auf diese Weise gepeitschten Blutes unters Mikroskop, so finden wir darin ganz unversehrt jene Blutkörperchen, die bereits in einem früheren Vortrage als Zellen bezeichnet worden. Diesen Blutzellen allein gehört die rothe Farbe des Blutes an. Es sind Zellen, die aus 1) einer dünnen Zellenhaut, 2) einem rothfarbigen Stoffe (Hämatin) und 3) einem ungefärbten

Kerne bestehen, wie dieses besonders an den verhältnißmäßig großen Blutzellen der Frösche zu erkennen ist (Fig. 13, Pag. 68).

Die eben angeführten Erscheinungen sind nun auf folgende Weise zu deuten. Das in den Gefäßen kreisende Blut besteht aus einer wasserklaren Flüssigkeit, worin die rothen Blutzellen schweben. Daß diese darin schwebend gehalten werden, muß ihrem anhaltenden Strömen zugeschrieben werden; denn an und für sich sind die Blutzellen weit schwerer als die Flüssigkeit, worin sie schwebend gehalten werden, wie denn auch zu erwarten, indem ihr rother Blutstoff (Hämatin) nicht ganz wenig Eisen enthält. Die Flüssigkeit ist allerdings wasserklar, enthält jedoch sehr viele Stoffe in sich aufgelöst, und darunter namentlich einen, den Faserstoff (oder die Fibrine), der die Eigenschaft hat, so wie er aus dem Körper gelassen, alsbald zu gerinnen, und zwar in der warmen Luft reichlich so schnell als in der kalten. Denken Sie sich jetzt nur noch diesen Faserstoff in der ganzen Blutflüssigkeit gleichmäßig vertheilt, und alle ebenerwähnte Erscheinungen bei der Gerinnung des Blutes erklären sich wie von selbst. Indem nämlich dieser gleichmäßig vertheilte Faserstoff gerinnt, bewirkt er eben das, was man in den chemischen Laboratorien das Clarificiren nennt. Wenn er nicht gerade während seines Gerinnens aufgefangen wird (wie namentlich durchs Peitschen), so verwandelt er erst die ganze Flüssigkeit in eine dünne Gallerte; zieht sich darauf zusammen, und fängt dabei alle die schwebenden Theilchen (hier die Blutzellen) in sich auf, wonach denn das Blutwasser allmählig frei wird.

Mitunter geschieht es, daß die Gerinnung des Faserstoffes langsamer von Statten geht, namentlich wenn das Blut durch eine weite Oeffnung der Blutader in ein geräumiges Gefäß entladen wird. Alsdann tritt eine eigene Erscheinung am Blutkuchen ein. Die Blutzellen sind nämlich nicht nur weit

schwerer als das Blutwasser, sondern auch als der Faserstoff, und durchs verspätete Gerinnen desselben wird ihnen Frist gelassen, sich darin tiefer zu senken. Der untere Theil des Blutkuchens wird also durch die vielen, angehäuften Blutzellen sehr stark gefärbt, der obere Theil hingegen büßt die rothe Farbe ein. In gewissen Zuständen des lebenden Körpers, namentlich in den inflammatorischen Krankheiten und während der Schwangerschaft, tritt diese Erscheinung um so leichter ein, indem der Faserstoff in reichlicher Menge vorhanden, und auch wohl etwas weniger zum Gerinnen geneigt ist. Das ist nun der Grund, weshalb jene ungefärbte Schicht des Blutkuchens „die Entzündungshaut" (crusta inflammatoria) benannt worden.

c. Kreislauf des Blutes.

Von nun an wollen wir uns an das Blut halten, wie es in den Adern des lebenden Körpers strömt.

Denn das Blut strömt in den Adern. Dies wußten auch schon die Aerzte des Alterthums; allein das Strömen des Blutes dachten sie sich nur so, wie wir uns jetzt das Strömen der Säfte in den Pflanzen vorstellen; das heißt, nicht als ununterbrochen, in jedem Gefäße ausschließlich in einer bestimmten Richtung, viel weniger in der Gesammtheit des Körpers einen geschlossenen Kreis bildend. Sie kannten den Bau des Herzens, unterschieden sehr bestimmt die Schlagadern von den Venen; meinten jedoch ganz irrthümlich, daß nur die letzteren Blut führten. Die Schlagadern hielten sie für Luftgefäße (Arterien), ein Irrthum, der daraus entstanden war, daß nach dem Tode, wenn der größte Theil des Blutwassers aus dem kalten, geronnenen und aufgelösten Blute gesickert, dieses fast nur in den Venen angehäuft ist, wogegen die Schlagadern leer sind. Aus demselben Irrthume stammt es wohl, daß man noch heut zu Tage nur die Venen „Blut-

adern" nennt, obgleich doch jetzt ein Jeder weiß, daß auch die Schlagadern Blut führen. Hören wir nun, wie man allmählig gerade am Anfange des 17ten Jahrhunderts auf die Entdeckung vom Kreislaufe des Blutes geführt wurde, die größte Entdeckung, die je in der Lehre vom Leben gemacht worden, eine Entdeckung, wodurch die ganze Lehre in eine neue Epoche hineintrat, man möchte sagen, wodurch sie eben erst als eine Wissenschaft sich geltend machen konnte.

Im Laufe des 16ten Jahrhunderts wurden nach und nach von verschiedenen der damaligen großen Anatomen Italiens und Frankreichs Klappen in den Venen entdeckt. Es entging ihnen auch keinesweges, daß diese Klappen so gestellt sind, daß sie nur eine Strömung nach dem Herzen hin, nicht eine von ihm zurück gestatten können; indem sie von jedem Druck in jener Richtung an die Seitenwände des Gefäßes sich neigen, in der entgegengesetzten Richtung hingegen sehr leicht als Taschen hervorgeschoben werden, die den Strom aufhalten müssen.

51.



Es war indessen dem englischen Arzte William Harvey vorbehalten, die volle Bedeutung dieser Thatsache richtig zu fassen. Es konnte ihm nicht entgehen, daß wenn das Blut in den Venen nur nach dem Herzen ströme, so müsse es in anderen Gefäßen von demselben wieder zurückströmen, und das könne doch wohl eben nur in den Schlagadern sein.

Fig. 51. Klappen eines lymphatischen Gefäßes, die denen der Venen ganz entsprechen, abgesehen davon, daß sie in diesen letzteren in der Regel nur an den Theilungsstellen der Aeste sich vorfinden. Nach Mascagni: Vasorum lymphaticorum corporis humani historia. Tab. 20, fig. 5.

Mehr als 10 Jahre war er nun damit beschäftigt, die Richtigkeit dieser Vorstellung zu prüfen, und zwar nicht nur durch anatomische Untersuchungen, sondern vielmehr noch durch Versuche an lebenden Thieren. Am Ueberzeugendsten fand er die Beobachtung, daß an dem Beine eines lebenden Thieres jeder Druck auf eine Vene eine Anschwellung derselben unterhalb der gedrückten Stelle hervorbringt, auf eine Schlagader hingegen eine Anschwellung oberhalb derselben. Diese Erscheinung stimmte aufs Vollkommenste mit dem Resultate, das er aus der Richtung der Venenklappen gezogen, nämlich daß das Blut in der Vene nach dem Herzen hinauf, in der Schlagader hingegen von dem Herzen hinabströme. Allgemein bekannt ist es denn auch jetzt, daß der Blutfluß z. B. aus einer Schlagader am Handgelenke augenblicklich inne hält, so wie man den Schlagaderstamm am Oberarme, wo man ihn in der tiefen Grube zwischen dem Fleische klopfen fühlt, kräftig drückt; während man im Gegentheil beim Aderlasse eben deshalb eine Binde um den Oberarm legt, damit das Blut reichlicher aus der im Elbogenbuge geöffneten Vene ströme. Auch werden Sie es wohl schon wissen, daß diese Binde doch nicht gar zu fest angelegt sein darf, indem sonst auch der tieferliegende Schlagaderstamm zusammengedrückt wird, wodurch denn nicht nur das Zurückströmen sondern auch das Zuströmen des Blutes stocken muß, und die Vene bald kein Blut mehr abzugeben hat. Vielleicht mag Jemand von Ihnen es schon gesehen haben, daß irgend ein ungeschickter Aderlasser, trotz aller Mühe, kein Blut hat kriegen können, bevor er endlich, alle Hoffnung aufgebend, die straffe Binde abzulösen anfing. Dies ist nun Alles ganz leicht zu erklären, wenn man nur erst weiß, daß das Blut in den Schlagadern (deren Stämme immer tiefer bewahrt sind) vom Herzen nach den Organen, in den Venen von diesen nach dem Herzen strömt.

Als Harvey endlich seiner Sache vollkommen gewiß war, machte er seine große Entdeckung im Jahre 1619 öffentlich bekannt. Sie glauben vielleicht, da haben alle Aerzte und Naturforscher, ja alle gebildete Menschen darum gewetteifert, ihm ihre Lobsprüche und Danksagungen zu zollen? Die Geschichte jedoch lehrt, daß es anders kam. Die Meisten, und besonders Anatomen und Aerzte fielen über ihn her; die Patienten kehrten ihm den Rücken — doch vergönnte das Schicksal ihm im Greisenalter noch den Triumph, seine große Entdeckung allgemein anerkannt und gewürdigt zu sehen.

d. Das Herz.

Das Herz haben wir im Hühnerembryo bereits am Schlusse des ersten Tages der Brütung kennen gelernt. Wir hörten (Pag. 40), daß es in der Mitte des 2ten Tages, obgleich noch ganz einfach gebaut, sich zu bewegen anfängt, „und zwar in taktförmigen Schlägen — bestimmt, so bis an die Stunde des Todes fortzufahren". Betrachten wir nun dieses Organ, wie es sich in seiner vollen Ausbildung namentlich bei dem Menschen und den Säugethieren im Allgemeinen darstellt.

Es besteht aus zwei von einander völlig abgeschlossenen Hälften. Die linke Hälfte empfängt das Blut aus den Lungen und führt es allen übrigen Organen zu; die rechte nimmt es wieder von allen diesen auf, und führt es nach den Lungen zurück. Beide Herzhälften haben im Wesentlichen einerlei Bau, und können folglich hier vereint beschrieben werden.

Jede Herzhälfte besteht aus einer Vorkammer und einer Kammer. Das Blut geht also, näher angegeben, aus den Lungen in die linke Vorkammer, dann in die linke Kammer, und aus dieser nach allen übrigen Organen; strömt von diesen in die rechte Vorkammer, die rechte Kam-

mer, und aus dieser wieder nach den Lungen. Die Wände aller vier Abtheilungen enthalten Fleischfasern; die der Vorkammern aber verhältnißmäßig nur schwache, und somit sind sie auch nur sehr dünn gegen die fast ganz fleischigen Herzkammerwände. Inwendig sind die Fleischfasern in allen vier Abtheilungen von einer dünnen Haut bekleidet, und diese wiederum mit einem Epithelium belegt, das heißt mit einer Schicht von mosaikartig geordneten, flachen Zellen. An seiner auswendigen Fläche ist das Herz von dem Herzbeutel auf die oben (Pag. 204) beschriebene Weise bekleidet, und es schwebt in der feuchten Höhle dieses Beutels, wie die Lungen in ihren gleichartigen Säcken, an seinen großen Gefäßstämmen wie hangend. Uebrigens sind die Herzwände durch und durch fleischiger Natur.

Wenn die Vorkammern sich durch ihre Muskelkraft zusammenziehen, was sie immer beide gleichzeitig thun, so ist es leicht zu sehen, daß das Blut nicht in die großen Venenstämme zurück, sondern nur in die Kammern hinein getrieben werden kann. Es liegt dieses bereits in der Form und der Stellung der Vorkammern zu ihren beiden verschiedenen Oeffnungen ausgesprochen. Während ihrer Zusammenziehung erhebt sich nämlich ihr sogenanntes Herzohr — eine kegelförmige, mit verhältnißmäßig stärkeren Muskelbündeln versehene Abtheilung — auf eine solche Weise, daß der ganze Druck nach der Oeffnung zur Kammer gerichtet wird. Doch hauptsächlich ist es eine nothwendige Folge davon, daß unterdessen von den Ausmündungen der Venenstämme die ganze Kraft des Blutstromes von hinten drängt, wogegen durch die Oeffnung zur Herzkammer dem Strome durchaus kein Hinderniß sich in den Weg stellt. Um diese Oeffnung herum tritt die inwendige Haut als eine große Kreisfalte frei hervor; durch eingewebte Sehnenfasern gewinnt sie eine gewisse Stärke, und tief unten

in der Herzkammerhöhle ist sie mittelst derselben Fasern an die fleischigen Wände befestigt. Bei dem Menschen und den Säugethieren im Allgemeinen ist diese Kreisfalte in der rechten Herzhälfte in drei, in der linken in zwei Zipfel getheilt. Dort wie hier bilden nun diese Zipfel zusammen eine Klappe, die sich schon in diesem Zeitpunkte der Zusammenziehung thätig zeigt, indem sie den Blutstrom wie eine Röhre umfaßt und ihn von der Spitze des kegelförmigen Herzohres bis auf die gerade entgegengesetzte Spitze der Herzkammerhöhle steuert, ihn also von dem Ausgange der Herzkammer ablenkend. Ihre Hauptthätigkeit aber tritt erst in dem nächsten Zeitpunkte ein, wenn beide Kammern sich zusammenziehen; denn ihr ist es alsdann beschieden, dem Blute den Rücktritt in die Vorkammer zu verwehren.

Um zu beurtheilen, wie dies ausgeführt wird, müssen wir jetzt die bereits erwähnte Befestigung der Zipfel an der inneren Herzkammerwand etwas genauer betrachten. Sie wird, hieß es, mittelst der ihnen eingewebten Sehnenfasern bewerkstelligt. Verfolgen wir nun diese Sehnenfasern, anstatt von den Klappenzipfeln nach der Herzkammerwand, von dieser nach den Klappenzipfeln hin, so zeigen sie sich als gewissen Muskelabtheilungen der Herzkammerwände angehörig, und namentlich Muskelabtheilungen, die in die Herzkammerhöhlen hineinragen und, ihrer Form wegen, als „Warzenmuskeln" unterschieden werden. Die an sie befestigten Sehnen der Zipfel werden nun auch die „sehnigen Zügel" genannt, weil sie bei der Zusammenziehung der Warzenmuskeln als Zügel wirken um jene Klappenzipfel stark an einander zu ziehen, und dadurch wird eben die kurz vorher weite, runde Oeffnung zur Vorkammer dicht verschlossen.

Die Warzenmuskeln wirken immer nur gleichzeitig mit den übrigen Muskeln der Kammerwände, folglich während das

52.



Fig. 52. Ein Bruchstück vom Herzen eines neugeborenen Grönlandswallfisches (Leiobalæna Mysticetus). i: ein Theil von der aufgeschnittenen linken Vorkammer; k, l: ein sackförmiges Netz, das das eigentliche blinde Ende der Klappe des ovalen Loches bildet, und dazu bestimmt scheint, das Blut beim Fötus unmittelbar aus der rechten Vorkammer in die linke Kammer zu leiten; m, n: die zwei Zipfel der großen Klappe in der linken Herzhälfte; o, o: zwei Warzenmuskeln, woran ihre Zügel befestigt sind; p, p, p: die durchgeschnittenen Wände der linken Herzkammer; q, q: die inwendige, glatte Fläche dieser Kammer; r, r, r: die drei taschenförmigen Klappen (valvulæ semilunares) an der Austrittsöffnung zur Aorta. (Aus einer noch nicht gedruckten Abhandlung von mir über die Glattwalle: Leiobalæna oder Balænæ sensu strictiori.)

Blut in den Kammern ungemein stark gepreßt wird. Je mehr aber das eingepreßte Blut auf diese Klappenzipfel drängt, desto dichter drückt es sie an einander, desto enger verschließt es sich selbst den Rücktritt. Hingegen wird dadurch eben der Ausgang der Herzkammern weit aufgesperrt. Er führt, wie Sie wissen, aus der rechten Herzkammer in die Lungenschlagader, aus der linken in die Aorta. Dort wie hier ist diese Oeffnung mit einer Klappe versehen, ganz nach dem Plane jener Venenklappen angelegt, nur daß sie, anstatt aus zwei, aus drei Taschen oder Fallthüren besteht, gemeiniglich die drei „halbmondförmigen Klappen" genannt. Betrachten wir auch noch diese etwas genauer, und zwar wie sie von meinem trefflichen Freunde, Prof. Retzius, dargestellt ist.

Blickt man an einer Leiche von der Herzkammerhöhle in den großen Schlagaderstamm hinein, oder bringt man einen Finger denselben Weg durch, so wird man diese Klappen kaum gewahr, und dies um so weniger, indem der Schlagaderstamm gerade an jeder der drei Klappen fast kugelförmig ausgedehnt ist. Dem Blutstrome aus der Herzkammer legen sie folglich auch nicht das geringste Hinderniß in den Weg. Schneidet man nun aber die Schlagader der Länge nach auf, und dehnt ihre innere Wand vor sich aus, so sieht man sie in

53.



Fig. 53. Der Aortenursprung eines menschlichen Körpers aufgeschnitten, um die Taschenklappen darzustellen. e, e: die zarten Halbmond-Flügel (lunulæ); o: das Knorpelknötchen (nodulus Arantii).

ihrem eingeschlagenen Zustande, etwa wie die leeren Seitentaschen der Kutschenthüren. Ihr freier Rand trägt in der Mitte ein knorpeliges Knötchen, und wird an jeder Seite zunächst von einer zarten, halbmondförmigen Falte gebildet.

Zur richtigen Beurtheilung dieser Klappen müssen wir sie aber besonders in ihrem geschlossenen Zustande betrachten. Von der Kammer aus erscheinen sie dann als drei gewölbte, gleichgroße Kreisausschnitte (Sectoren), die sich in drei schnurgeraden Radien dermaßen dicht berühren, daß auch nicht der kleinste Tropfen sich würde durchdrängen können. Um sich eine so überaus dichte Verschließung zu erklären, muß man nun noch die verschlossenen Klappen von der Schlagaderhöhle aus beobachten. Es ergiebt sich alsdann, daß während der Verschließung je zwei von jenen zarten, halbmondförmigen Seitenflügeln am freien Rande der Klappen, dicht an einander gepreßt, eine gemeinsame scharfe Kante dem Blute in der Schlagader entgegen stemmen. Bedenkt man nun, daß der Druck des Blutes eigentlich von dem Widerstande der elastischen Schlagaderwände herrührt, und daß dieser Widerstand in demselben Verhältnisse immer, als er senkrecht auf die Taschenhöhlen fällt,

54.

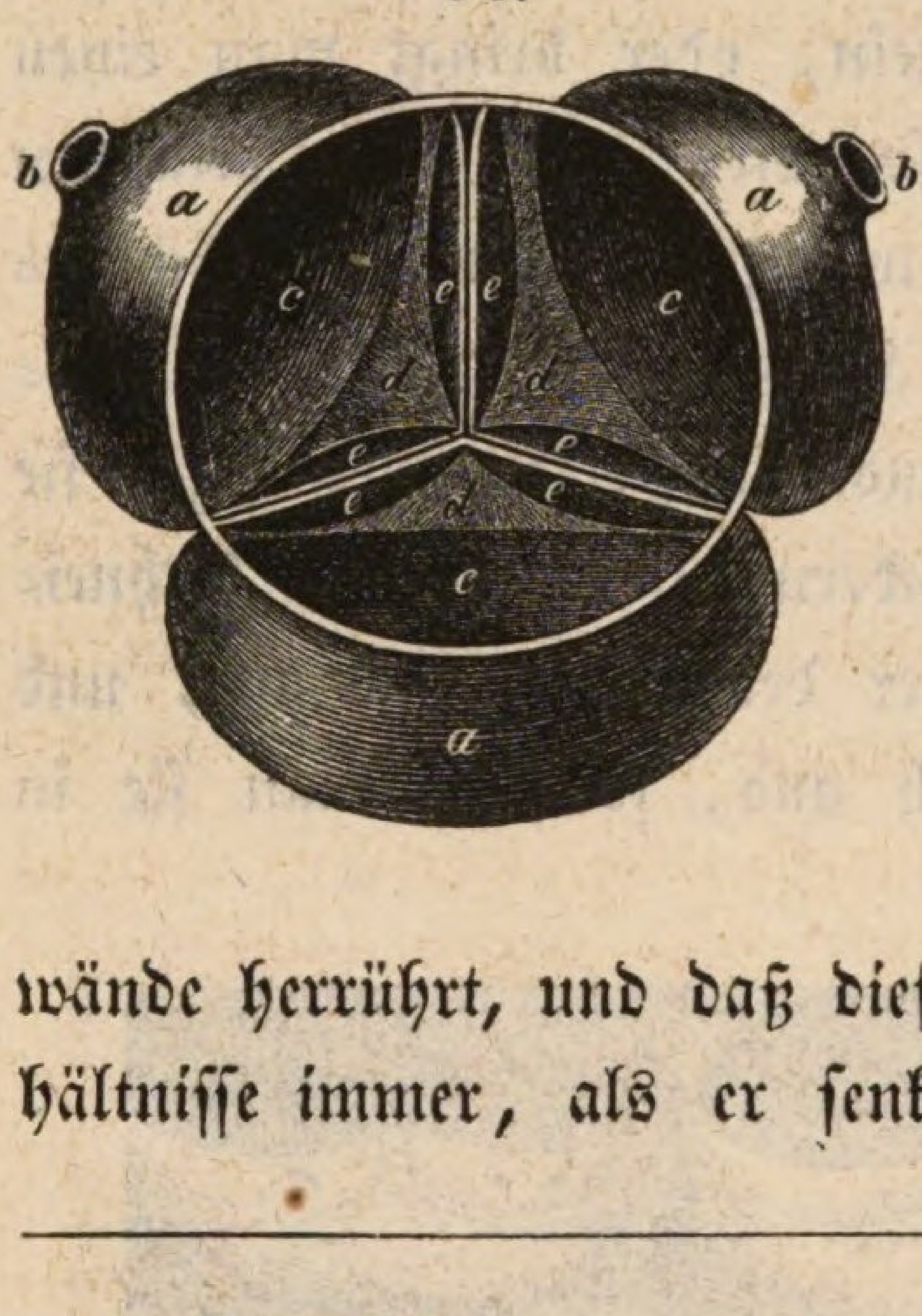


Fig. 54. Der Aortenursprung eines menschlichen Körpers in seinem ausgedehnten Zustande, von dem Innern der Aorta gesehen. a, a, a: die drei Erweiterungen des Aortenursprunges (sinus Valsalvæ), aus den zweien von denen die Herzschlagadern entspringen; c, c, c: die Taschenhöhlen; d, d, d: die Taschenklappen; e, e, e, e, e: die je zwei an einander dicht angedrückten Halbmond-Flügel (lunulæ). (Diese und die vorhergehende Figur nach A. Retzius in den Schrift. d. Königl. Acad. d. Wissensch. in Stockholm 1840).

auch seitlich von den drei Schlagadererweiterungen wirkt, so ergiebt es sich, daß auch hier die Blutmasse sich durch ihren eigenen Druck den Durchgang sperrt. — Und diese vollkommene Absperrung wechselt im Durchschnitt 80 mal in jeder Minute mit dem freiesten Durchgang! Und so Tag und Nacht, Jahr aus Jahr ein, das ganze Leben durch!

Denn die Zusammenziehungen des Herzens geschehen, wie Jeder weiß, in einem bestimmten Takte oder Rhytmus, bei dem erwachsenen Menschen ungefähr 70—90 mal in der Minute, bei dem neugeborenen Kinde 130—140, beim Greise etwa 60 mal. Wir wollen die Zeit zwischen je zwei Zusammenziehungen im Durchschnitte auf $\frac{3}{4}$ Sekunde ansetzen (80 Herzschläge in der Minute). In jeder $\frac{3}{4}$ Sekunde des Lebens ziehen sich also beide Vorkammern, und dann beide Kammern einmal zusammen. Auf die Zusammenziehung der Vorkammern folgt schnell, etwa nach $\frac{1}{4}$ Sekunde, die der Kammern; dann dauert es etwa $\frac{1}{2}$ Sekunde, bis die Vorkammern sich wieder zusammenziehen. Der Herzschlag, den man links zwischen der 5ten und 6ten Rippe fühlt, entsteht dadurch, daß die Herzspitze sich bei der Zusammenziehung der Herzkammern in die Höhe hebt, und dort gegen die Brustwand anschlägt. In der Stille der Nacht, zumal wenn wir den Kopf unter die Bettdecke halten, hören wir dabei auch noch einen Laut: einen „Herzton". Ganz allgemein ist nun auch noch gleich, kaum $\frac{1}{4}$ Sekunde darauf, ein zweiter Herzton hörbar, und über die Erklärung von diesem ist man noch nicht einig. So viel ist gewiß, daß er nicht von der Zusammenziehung der Vorkammern herrühren kann, indem er eben in dem kurzen Zeitraume zwischen der Zusammenziehung der Kammern und der der Vorkammern eintritt. Die meisten Physiologen leiten also beide Herztöne von dem Anschlagen der Klappen ab; einige jedoch (wozu auch ich gehöre) ziehen es vor, den ersten

Herzton von dem Anschlagen der Herzspitze, den zweiten von dem des großen Aortenbogens gegen die hintere Brustwand zu erklären.

Das Rhytmische der Herzschläge hat an und für sich nichts Befremdendes, indem ein solcher Rhytmus sich in der That auch in der Zusammenziehung des Zwerchfells während des Athemholens, in den sogenannten peristaltischen Bewegungen des Darmkanals, ja in allen unwillkührlichen Bewegungen zu erkennen giebt, eigentlich auch nur als ein Ausdruck der in sämmtlichen Lebenserscheinungen mehr oder weniger regelmäßigen Abwechselung von Thätigkeit und Ruhe zu betrachten ist. Zugestanden mag es indessen sein, daß der Rhytmus in der Thätigkeit des Herzens bestimmter und regelmäßiger ist, als in der irgend eines anderen Organs.

Bemerkenswerth ist ferner die völlige Unabhängigkeit der Herzthätigkeit von unserer Willkühr. Das Herz schlägt von dem Augenblicke an, daß es im Keime sichtbar ist, und fährt damit unermüdet fort im regelmäßigen Takte, ohne daß es gestattet wäre, irgend einen unmittelbaren Einfluß darauf auszuüben. Ganz anders verhält sich in Bezug hierauf das Zwerchfell beim Athemholen. Zwar arbeitet auch dieses im Dienste des Organismus Tag und Nacht in taktförmigen, regelmäßigen Zügen ohne Einwirkung unseres Willens; jedoch vermögen wir seine Thätigkeit schneller und kräftiger oder langsamer und schwächer zu machen. Am Allerauffallendsten endlich ist die Erscheinung, daß das Herz, und ganz besonders das Herz der kaltblütigen Thiere, auch noch nachdem es aus dem Körper geschnitten ist, seine taktförmigen Schläge eine Zeit lang fortzusetzen vermag. Auf dem Fischmarkte in Kopenhagen kaufte ich vor Jahren einen großen Rochen, der Tages vorher bei Gilleleie (7 Meilen von hier) todt im Fischernetze gefunden war, worauf man ihm noch die Leber

ausgeschnitten, um daraus das Oel zu gewinnen. Es waren 36 Stunden seitdem verstrichen, als ich das Herz herausnahm, es reinigte, mit Luft füllte und zum Trocknen aufhing. Meine Ueberraschung war groß, ich gestehe es, als das also gewonnene Präparat sich zu bewegen anfing, indem erst die Vorkammer, dann die Kammer sich zusammenzog, dann eine Pause eintraf, dann jene Zusammenziehungen sich wiederholten, und so fortwährend einige Stunden lang. Die ganze Erscheinung hat übrigens durch neuere anatomische Forschungen eine überaus befriedigende Erklärung gewonnen, indem man eigene „Nerven-Ganglien" im Innern der Herzwände entdeckt hat — doch davon ein Näheres in dem Abschnitte über das Nervensystem.

e. Schlagadern.

Wir müssen jetzt dem Blutstrome außerhalb des Herzens folgen.

Die Kraft, womit die fleischigen Herzwände auf das Blut einwirken, ist sehr bedeutend; denn es ist in der That durch diese Kraft allein, daß die Strömung zu Wege gebracht wird. Die Aorta und die Lungenschlagader haben keine fleischigen Wände. Sie sind elastische Röhren, und wirken auf den Blutstrom etwa so ein, wie eine Kautschuk-Röhre auf einen Wasserstrom einwirken würde, wenn man einen solchen durch sie zu Wege brächte und durch taktmäßige Pumpenzüge fortwährend unterhielte. Sie würde in ihrem gefüllten Zustande durch jeden neuen Stoß einen Ruck erleiden, eine Bewegung machen als ob ihre Biegungen sich auszugleichen strebten, zunächst am Stoße auch wohl eine Erweiterung ihres Umfanges zeigen. Gleich nach jedem Stoße würde sie dann in ihre frühere Lage und zu ihrem früheren Umfang zurückkommen, indem sie auf die andrängende Wassermasse zurückwirkte. Durch das Nach-

geben ihrer Wandungen im ersten Momente muß die Gewalt des Stromes geschwächt, seine Schnelligkeit vermindert; durch ihre Rückwirkung im zweiten Moment hingegen muß der Strom um so viel rascher fortgetrieben werden. So geht es denn nun auch gerade mit den gefüllten, elastischen Schlagadern, während das Blut von den Herzkammern aus stoßweise in sie eindringt. Wir sehen und fühlen ihren Ruck gleich nach jedem Herzschlage als „Puls“; wir erkennen ihre Einwirkung auf den Blutstrom, als schwächend während der Zusammenziehung, verstärkend während der augenblicklichen Ruhe der Herzkammern, namentlich darin, daß der Blutstrom in den Schlagadern zunächst am Herzen abwechselnd stärker und schwächer, etwas weiter davon entfernt vollkommen gleichmäßig fortschreitet. Wird eine Schlagader durchgeschnitten, so schießt das Blut im ersten Augenblicke als ein gleichmäßiger Strahl hervor; gleich darauf hingegen, wenn mit der Entleerung des Gefäßes alle Spannung seiner Wände gehoben ist, in Sätzen, gleichzeitig mit den Zusammenziehungen der Herzkammern.

Durch die Schlagadern, auch Pulsadern oder Arterien genannt, wird also das Blut aus dem Herzen an die verschiedenen Organe des Körpers vertheilt. In der Lungenschlagader, oder Lungenarterie, und ihren Verzweigungen strömt das dunkle Blut der rechten Herzhälfte nach den Lungen, in der Aorta das helle, scharlachrothe Blut der linken Hälfte nach sämmtlichen Organen des Körpers. Denn nur in diesem Zustande, als helles, scharlachrothes Blut, wie es eben von den Lungen zur linken Herzhälfte, und aus dieser in die Aorta gelangt, ist das Blut zur Ernährung der Organe tauglich. Es wird in diesem Zustande gemeiniglich Arterienblut genannt, obgleich es längst ausgemacht ist, daß das Blut der Lungenarterie in dem ganz entgegengesetzten Zustande sich be-

findet. Nur als Arterienblut also kann das Blut die Ernährung bewirken, nur als solches die Organe von unbrauchbaren und schädlichen Stoffen (namentlich vom Kohlenstoffe) befreien, sie mit neuen, brauchbaren versehen. Und also spendet denn die Aorta ihre Zweige an alle Theile des Körpers. Zuerst werden die Herzwände selbst von ihr bedacht; denn dicht an ihrem Ursprunge, gerade von zweien ihrer dortigen Erweiterungen entspringen die beiden nicht unbedeutenden, sogenannten „Kranzgefäße" des Herzens, wie wir es denn auch schon oben beiläufig gesehen haben (Fig. 54, Pag. 220). Auch die Arterienhäute, die doch eben das scharlachrothe Blut einschließen, erhalten noch ihre eigenen Arterienzweige; ja selbst die Lungen, die doch die Verwandlung des dunklen Blutes in wahres Arterienblut vermitteln, empfangen ebenfalls aus der Aorta dergleichen ernährende Gefäße.

An alle Organe des Körpers vertheilen sich die Zweige der Aorta, und an alle vertheilen sie sich nach einem bestimmten Plane, nach allen hin geht ihr Weg, wo er am Verborgensten und Sichersten gehen kann. Wollen Sie einen Pulsaderstamm auffinden, dann suchen Sie ihn nicht etwa an der Streckseite eines Gelenkes, sondern in der Tiefe der Armbiege, der Kniekehle, der Weichen. Wenn eine Pulsader am Handgelenke beschädigt ist, hieß es oben, so werden Sie den Stamm am Oberarme in der tiefen Grube zwischen den dortigen großen Muskeln klopfen fühlen, und dort hätten Sie, hieß es weiter, ihn zusammenzuklemmen. Dort wird auch der hinzukommende Chirurg bei drohender Gefahr der Verblutung ihn entblößen und „unterbinden"; — denn es wird Ihnen ja wohl Allen bekannt sein, daß sich ohne bedenkliche Folgen jede Pulsader im Allgemeinen, trotz dem, daß sie einem Organe das zur Ernährung durchaus unentbehrliche Arterienblut zuführt, mit einem seidenen Faden zuschnüren läßt.

Es gehört zur Organisation des lebenden Körpers, daß jeder Verlust einer Schlagader alsbald ersetzt werde. „Und wie ist dies möglich?" Es ist dadurch bewirkt worden, daß 1) alle Schlagadern durch größere oder kleinere Zweige mit einander in Verbindung stehen, und daß 2) jeder Gefäßzweig schnell erweitert oder eingeschrumpft wird, je nachdem das Blut ihm reichlicher oder spärlicher zuströmt. — Die gegenseitige Verbindung der Schlagadern und der Gefäße im Allgemeinen heißt „Anastomose". An manchen Stellen, und ganz besonders an solchen, die einem Drucke leicht ausgesetzt sind, stehen sogar größere Gefäßstämme durch ein Zwischengefäß, worin das Blut bald in der einen, bald in der andern Richtung strömen kann, mit einander in Verbindung; je kleiner die Zweige, desto häufiger werden die Anastomosen, und selbst noch ein ganz kleiner Zweig scheint im dringenden Falle sich zu einem Stamm erweitern zu können. So wie irgendwo dem Strome die Hauptbahn gesperrt ist, gelangt es also durch Seitenbahnen dahin, und wie klein und unbemerkt diese früher auch gewesen, sehr bald werden sie doch hinlänglich erweitert, um den Verlust des ursprünglichen Durchganges zu ersetzen. Eine Erfahrung in der Heilkunde, die schon manchen Tausenden das Leben gerettet!

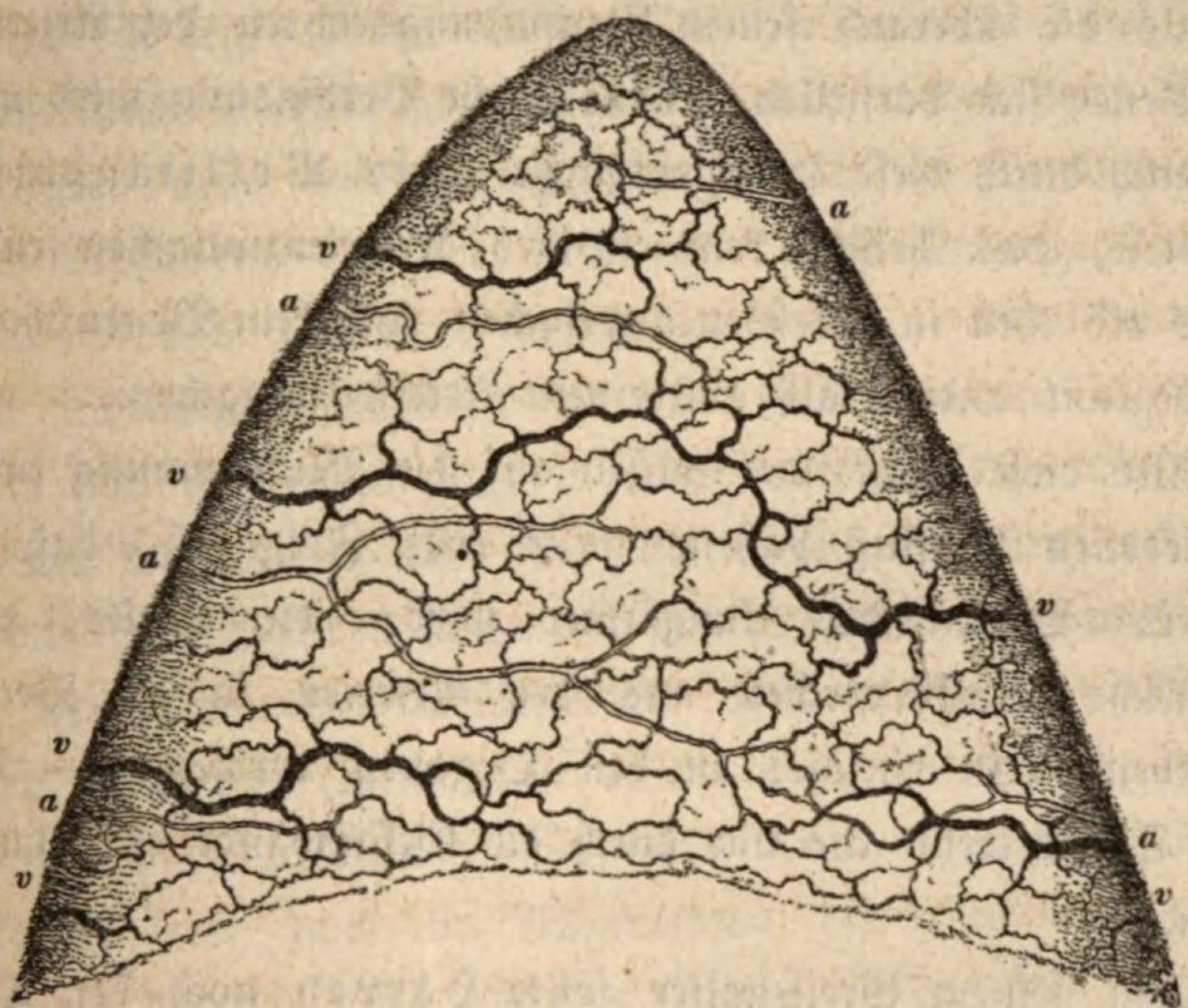
Ein Blutstropfen wird nun aus der linken Herzkammer durch die Aorta, in einen ihrer Stämme, Aeste, Zweige und eins dessen Zweigchen getrieben. Da ist er nun endlich in ein Gefäßchen gelangt, das nur durchs Mikroskop zu erkennen ist. Solche mikroskopische Gefäße nennt man im Allgemeinen:

f. Haargefäße.

Wir wollen dergleichen Gefäßchen mal gleich ins Auge fassen! Wählen wir dazu einen so dünnen und durchsichtigen Theil,

daß wir ihn gar nicht auszupräpariren brauchen, z. B. die Schwimmhaut an den Hinterbeinen von einem Frosche. An

55.



beiden Seitenrändern, die den Zehen angeheftet sind, sehen Sie die Arterien- (a,a,a,a,a) und Venenstämmchen (v, v, v, v, v, v); nach der Mitte hin aber die kleinsten Zweigchen netzförmig verbunden. Es ist ein Haargefäßnetz, wie es deren überall in allen Organen behufs ihrer Ernährung giebt. Die Form eines Netzes, sehen Sie selbst, entsteht dadurch, daß 1) die anastomotischen Zweige außerordentlich häufig werden, 2) die Zweigchen sich am Ende eben so dick als ihre Stämmchen halten, und 3) die letzten Arterien- und Venenzweigchen unmittelbar mit einander verschmelzen, und zwar so unmerklich,

---

Fig. 55. Die ausgespannte Schwimmhaut zwischen zwei Zehen des Hinterbeins von einem Frosche, 4mal vergrößert. (Nach Kaltenbrunner: Experimenta circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. 1826. Tab. 2, fig. 8.) a, a, a: die Schlagader-, v, v, v: die Venenzweige.

daß zwischen Arterien und Venen gar keine strenge Abgrenzung Statt findet, die Haargefäße also dem einen nicht mehr als dem andern dieser beiden Systeme angehören, vielmehr nur als die überaus feinen Verbindungsröhren der Arterien und Venen sich darstellen. Eine solche Verbindung wird nun aber auch durch diese Haargefäßnetze aufs Vollständigste vermittelt, das heißt: kein einziges Arterienzweigchen endet anders als eben in ein Venenzweigchen, und kein Venenzweigchen beginnt anders als aus einem Arterienzweigchen.

Alle diese Umstände müssen auf die Blutströmung einen entschiedenen Einfluß haben. Die erste Folge ist, daß sie um ein Bedeutendes langsamer wird; die zweite, daß sämmtliche Blutkörperchen aus den Arterien in die Venen übergehen, kein einziges in den Organen verbleibt — der ganze Stoffverkehr also nur durch die Gefäßwände zu Stande kommt.

„In seinem Greisenalter sollte Harvey noch den Triumph erleben, seine große Entdeckung allgemein anerkannt und gewürdigt zu sehen". Eine Freude jedoch war es ihm zu erleben nicht beschieden, die Freude nämlich: die von ihm entdeckte Blutströmung mit eigenen Augen zu sehen. Denn der Gebrauch der Vergrößerungsgläser ward erst am Schlusse des 17ten Jahrhunderts in die Wissenschaft eingeführt, und vor der Zeit kannte man die Haargefäße so wenig noch als die Blutzellen.

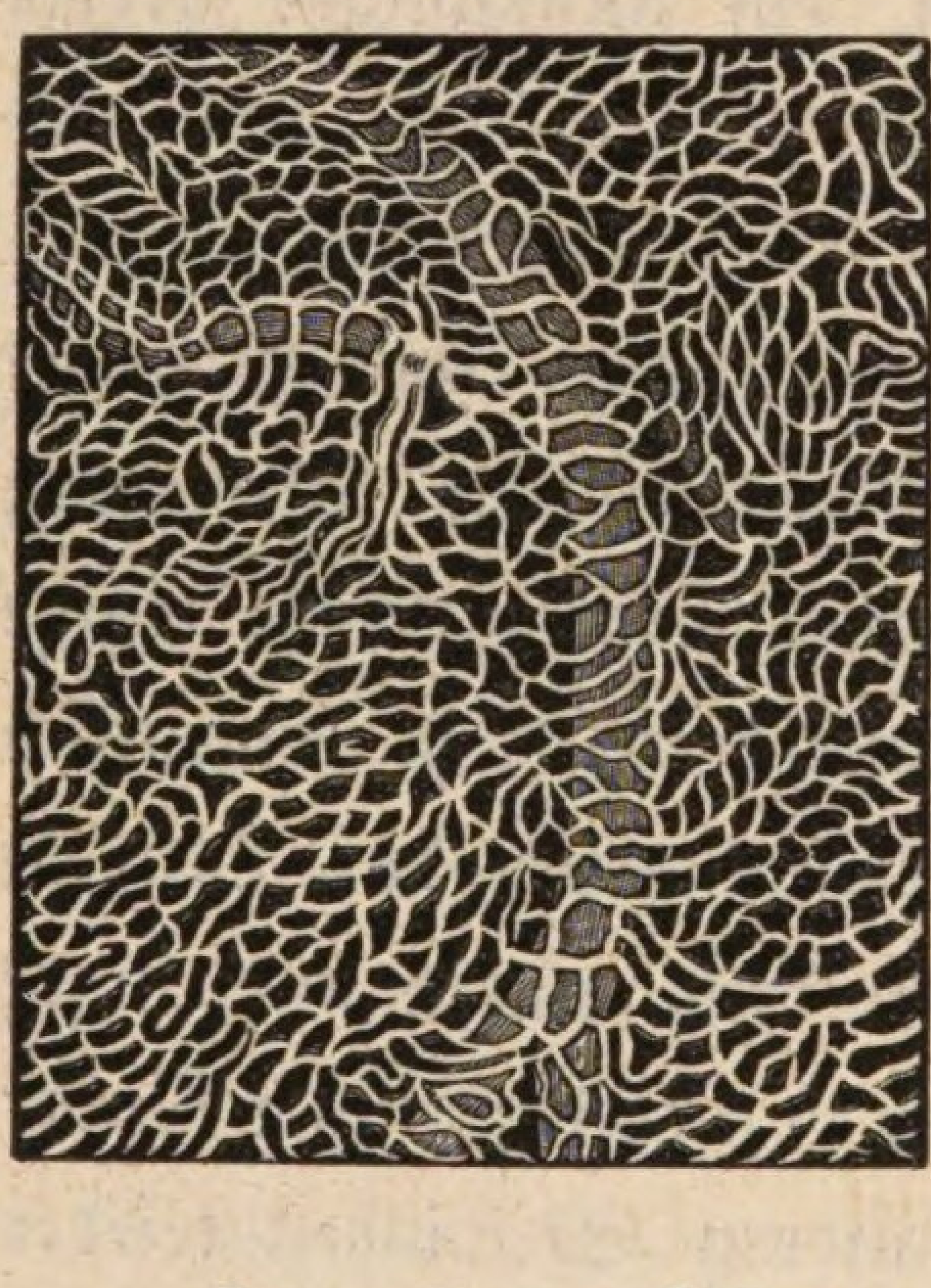
Mit den jetzigen Hülfsmitteln ist es nun hingegen ungemein leicht, den Blutstrom durch die feinsten Gefäße unmittelbar zu beobachten, an gewissen Thieren sogar ohne ihnen irgend eine Beschädigung zuzufügen. So namentlich an den Fledermäusen durch ihre Flughaut, und an den Fröschen durch die Schwimmhaut, von der Ihnen so eben eine Abbildung vorgelegt wurde. Ich lade Sie nun ein, diese

Haut an einem lebenden Thiere selbst in Augenschein zu nehmen. Wir wählen erst, um über die ganze Gefäßausbreitung eine Uebersicht zu erhalten, eine nur viermalige Vergrößerung. Welch ein reges Leben eröffnet sich hier unserem Blicke! Die wasserklare Blutflüssigkeit läßt sich eben wegen ihrer Durchsichtigkeit nicht wahrnehmen; doch welch ein Gewimmel von Blutkörperchen! In der Richtung der Strömungen vermag man anfangs gar nicht zurecht zu finden. Man muß von den Stämmchen zunächst an den Seitenrändern ausgehen; denn hier sieht man ganz deutlich das Blut dem Gefäßnetze zueilen, während es aus den zahlreicheren, weiteren und mehr gewundenen Aestchen etwa um das Doppelte langsamer durch die Venenstämmchen zurückströmt. Führen wir nun also unseren Blick von einem dieser Arterienstämmchen nach dem eigentlichen Haargefäßnetze hin, nnd durch dieses hindurch, so erkennen wir zwar im Allgemeinen ein allmähliges Fortschreiten der Blutzellen aus den Arterien in das Netz, und aus diesem in die Venen; im Gefäßnetze selbst jedoch behält dies Fortschreiten immer noch mehr den Character eines Gewimmels. In einigen Maschen des Netzes ist die Strömung schneller, in andern langsamer, mitunter wohl gar für einige Augenblicke in Stocken gerathend. Dieses geschieht namentlich an der Vereinigung zweier Haargefäße, wenn das Blut in dem einen derselben viel stärker als in dem andern andrängt; das stockende Strömchen wird dann aber von hinten immer stärker gepreßt, bis es entweder mit dem andern Strömchen wieder die alte gemeinschaftliche Bahn theilt, oder eins von ihnen auf eine Nebenbahn des Gefäßnetzes einschreitet. Mitunter scheint es, als ob eine ganz neue Bahn eröffnet werde, indem erst ein einzelnes Blutkörperchen die zellige Masse im Zwischenraume einer Masche durchbohrt, darauf andere hinterher folgen, bis der neue Weg vollends fahrbar wird. Es beruht indessen

diese Erscheinung wohl nur darauf, daß die allerfeinsten Zweigchen des Gefäßnetzes nur Blutwasser ohne Zellen führen, und deshalb erst zu erkennen sind, wenn sie durch den Andrang des Blutes so stark ausgedehnt werden, daß sie auch einzelne Blutzellen durchlassen. Das Blut strömt in dem Haargefäßnetze so langsam, daß sich darin die einzelnen Blutzellen noch bei sehr starker Vergrößerung ganz gemächlich beobachten lassen. Hier ist die Stätte zur Berufserfüllung des Blutes im Dienste des Organismus. Hier verweilt es, würde man sagen, wenn im organischen Leben, und besonders im Blutleben, ein Weilen irgendwo gestattet wäre.

Manche Haargefäßnetze sind so dicht, daß dem unbewaffneten Auge die Maschen ganz entgehen, wie sich ja auch in der That die entblößte Lederhaut blutroth zeigt. Am Vollständigsten scheinen mir alle die characteristischen Verhältnisse des Haargefäßnetzes an der inwendigen Fläche der Aderhaut im Auge zu sein; denn hier liegen die Arterienstämmchen, die sich darin auflösen, und die Venenstämmchen, die daraus hervorgehen, gar nicht in derselben Ebene, sondern auswendig in der Aderhaut selbst (und steigen, wenn die Thiere mit einem Tapetum versehen sind, senkrecht dadurch).

56.

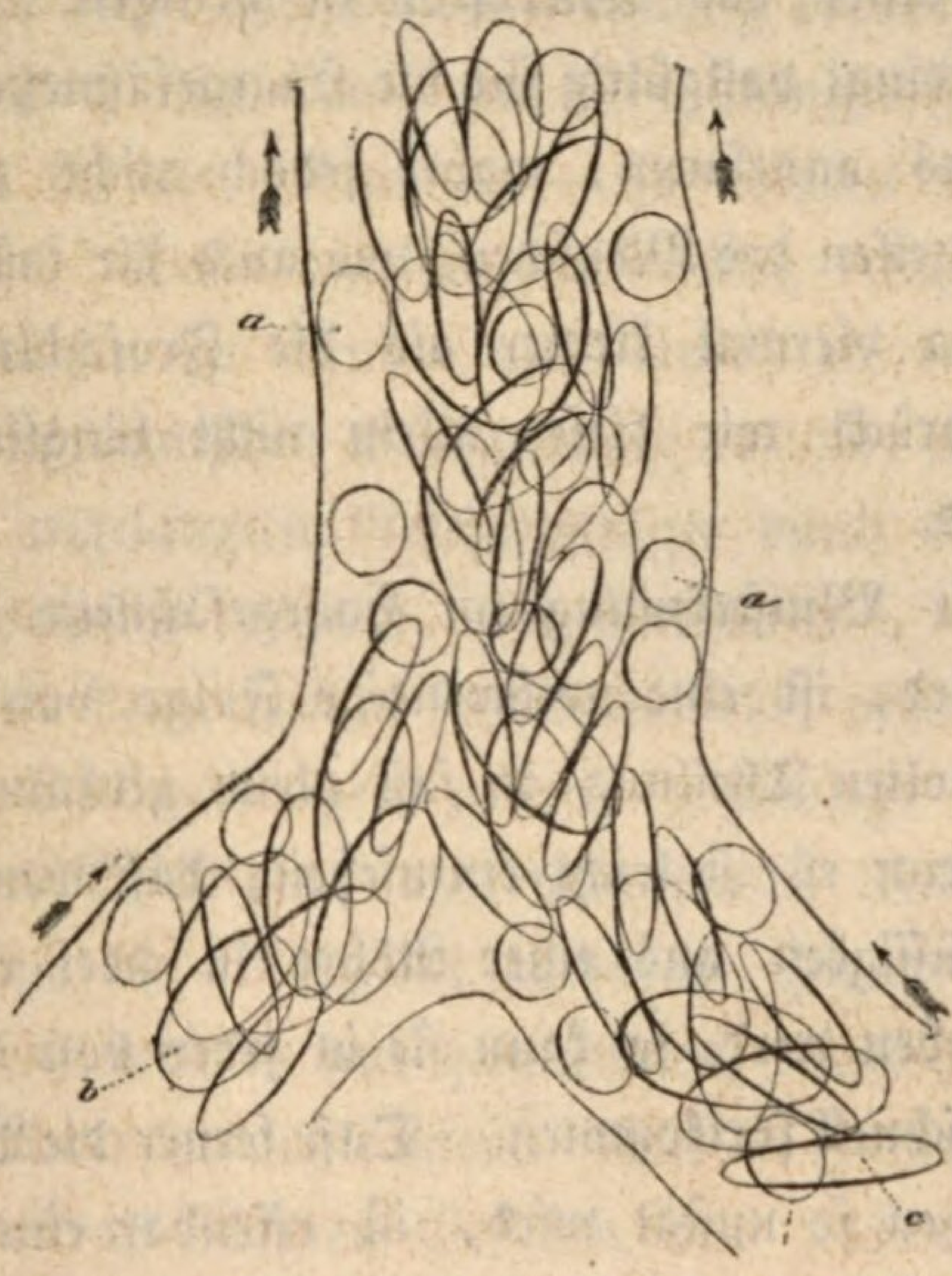


Im Haargefäßnetze, hieß es, lassen sich die einzelnen Blutzellen bei einer sehr starken Vergrößerung noch ganz ge-

Fig. 56. Die Haargefäßschicht an der inwendigen Fläche der Aderhaut (membrana chorio-capillaris) vom menschlichen Auge. (Nach Berres: Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. 1837. Tab. XI, Fig. 1).

mächlich beobachten. Benutzen wir dies an der eben ausgespannten Schwimmhaut! Wir verstärken die Vergrößerung bis auf 600 mal. Es liegen gerade zwei Venenzweige vor,

57.



die sich in ein Stämmchen vereinigen. Die wie ovale Bricken geformten Blutzellen, erscheinen hier etwa ½ Zoll lang, ¼ Zoll breit. Sie werden meist der Länge nach fortgeschoben, zeigen jedoch bald eine ihrer Flächen, bald ihren Kreisrand dar. Zunächst der Achse der Vene ist der Strom bei weitem am stärksten. An den Wänden selbst scheint er mitunter fast zu stocken.

Fig. 57. Ein Venenstrom aus der Schwimmhaut vom Frosch bei 600 maliger Vergrößerung, in Umrissen dargestellt. (Nach Rud. Wagner: Icones physiologicæ Tab. XIII, fig. 5). a, a, a: Lymphkörperchen; b: ein Blutkörperchen, das seine eine Fläche, c: ein anderes, das seinen Kreisrand darzeigt. — Die Pfeile geben die Richtung des Stromes an.

Sämmtliche eben angegebene Verhältnisse, aus der Beobachtung der Froschhaut gewonnen, zeigen sich auch in der Flughaut der Fledermäuse, so wie überall wo es sonst nur gestattet ist, irgend ein Haargefäßnetz eines lebenden Thieres unbeschädigt unter das Mikroskop zu bringen. Wir können sie auch unbedingt vollgültig für die Haargefäßnetze des menschlichen Körpers annehmen, wobei jedoch nicht zu vergessen, daß die Blutzellen des Menschen, wie auch die fast aller Säugethiere, etwa viermal kleiner als die Froschblutzellen, und zwar flachgedrückt wie diese, allein nicht länglich-, sondern kreisrund sind.

Daß die Blutströmung im Haargefäßnetze so sehr viel langsamer wird, ist eine nothwendige Folge von der so oftmals wiederholten Theilung in fast gleich geräumige Röhrenzweigchen; denn es ist leicht einzusehen, daß wenn z. B. ein Kubikzoll Flüssigkeit aus einer Röhre in zwei eben so weite Röhren getrieben wird, so kann sie in jeder von diesen gerade nur halb so schnell fortkommen. Daß ferner die Blutströmung in diesen Netzen so unstät wird, ist offenbar eine Folge von ihrer durch vielfältige Anastomosen hervorgebrachten Netzform; und daß endlich das Blut im Haargefäßnetze, wenngleich langsam, doch ununterbrochen durchströmt, ohne daß auch nur eine einzige Blutzelle darin stecken bliebe, geht eben so offenbar nothwendig daraus hervor, daß die letzten Arterien- und Venenzweigchen unmittelbar mit einander verschmelzen.

In den Haargefäßnetzen, hieß es, hat das Blut die eigentliche Stätte seiner Berufserfüllung im Dienste des Organismus. Denn wir wissen ja, daß in den Haargefäßen der Lungenbläschen das venöse Blut in arterielles, in denen des übrigen Körpers das arterielle in venöses verwandelt wird; und wir wissen ferner, daß hier sämmtlichen Organen nährende Stoffe mitgetheilt, verbrauchte abgenommen; in den Drüsen

auszuscheidende Stoffe ausgestoßen, an den freien Flächen Flüssigkeiten eingesogen werden. Wenn wir durchs Mikroskop das im Gefäßnetze kreisende Blut betrachten, werden wir nicht umhin können, uns über den schönen Anblick zu freuen. Wenn aber etwa in dieser Freude die Hoffnung verborgen liegt, hier können wir doch nun einmal jene Ernährungserscheinungen unmittelbar zu Gesicht bekommen — so werden wir allerdings sehr getäuscht. Denn aufrichtig gestanden, erfahren wir durchs Mikroskop davon im Grunde nicht mehr, als etwa das Volk von einer diplomatischen Verhandlung erfährt, wenn es die in voller Eile angelangten Geschäftsträger durch die Fenster des Regierungspalastes beguckt, sie hineintreten, etwas herumdämmern und dann wieder fortgehen sieht, ohne auch nur ein Wort der Verhandlungen gehört, geschweige verstanden zu haben. Das Wichtigste, was man durchs Mikroskop ersieht, ist eben, daß die Blutzellen nicht im Innern der Organe stecken bleiben, sondern nur hineintreten, etwas herumdämmern und dann wieder hinausströmen. Auch die Farbenveränderung, die doch in etwas dickeren Gefäßen dem unbewaffneten Auge gleich auffällt, ist hier an den vereinzelten Blutzellen gar nicht zu erkennen. Wie es dem Volke über die Bedeutung einer diplomatischen Verhandlung, so ist es uns über die Bedeutung des Lebens in den Haargefäßnetzen nur aus den daraus hervorgehenden Folgen zu schließen gestattet.

g. Venen — Lymphgefäße.

In den Venen kehrt also das Blut aus den Haargefäßnetzen des Körpers im Allgemeinen zur rechten Herzkammer zurück. Es strömt hier wiederum schneller als in jenen Netzen, weit langsamer jedoch als in den Schlagadern, was auch schon daraus zu ersehen ist, daß dieselbe Blutmasse, durch dieselbe Kraft getrieben, hier in weit zahlreicheren und

geräumigeren Röhren strömt. Außerdem nämlich, daß jeder Schlagader ganz allgemein entweder eine oder zwei stärkere Venen zur Seite liegen, schlängeln sich noch viele, zum Theil ganz bedeutende Venen, ohne entsprechende Schlagadern, dicht unter der Haut hin. (Zum Aderlaß wählt man gerade eine von den größten dieser Hautvenen.) Auf den Blutstrom vermögen die Venenhäute nur wenig einzuwirken. Es fehlt ihnen jene derbe, elastische Schicht der Arterienhäute. Sie sind schlaff, und von Blut überfüllt lassen sie sich sehr stark ausdehnen. Einen Rückgang des Blutes verhindern ihre Taschenklappen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß das Blut während seines Verlaufes in den Venen einer gewissen Bearbeitung unterworfen wird. Daß das Blut der Pfortader eine chemische Veränderung in dem Haargefäßnetze der Leber erleidet, ist durch Versuche erwiesen worden. Gifte, die schnell und unvermeidlich tödten, wenn sie ins allgemeine Venenblut gebracht werden, wirken langsamer und schwächer, wenn man sie lebenden Thieren in die Pfortader einimpft. Dadurch ist es vielleicht zu erklären, daß Schlangengift, wenn es verschluckt wird, ohne Erfolg bleibt. Es ist höchst wahrscheinlich, daß auch das Gift der Hundswuth eben nur dadurch wirkt, daß es beim Bisse unmittelbar ins Blut eingeführt wird, und das Richtigste, das ein von einem tollen Hunde Gebissener thun kann, ist, meiner Meinung nach, die Wunde augenblicklich auszusaugen.

Im Innern der Organe und an den freien Oberflächen des Körpers werden also Flüssigkeiten unmittelbar ins Venenblut aufgenommen. Zum Theil jedoch werden die eingesogenen Flüssigkeiten hier wie dort zur Einmischung ins Blut erst in besonderen, sehr feinen Gefäßen vorbereitet. Diese Gefäße nennt man im Allgemeinen Lymphgefäße, die von der Schleimhaut des Darmes entspringenden auch noch

58.

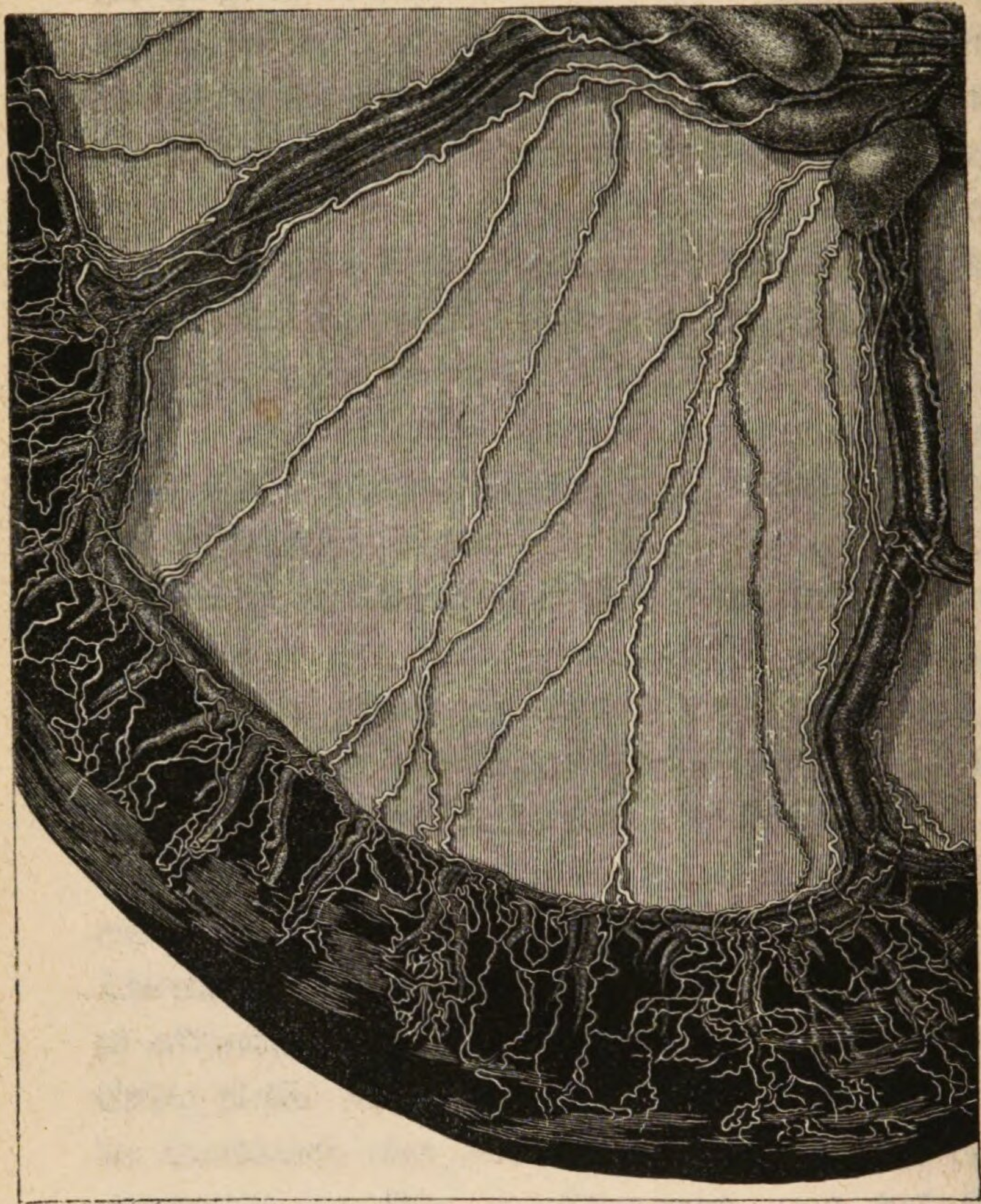


Fig. 58. Ein kleines Stück vom Darme und Gekröse eines Entenwalls (Chænocetus rostratus mihi, Hyperoodon rostratum autor). 3 mal verkleinert. Die Schlagadern, Venen und Lymphgefäße von Prof. Ibsen injicirt. Zwei Schlagaderzweige, jeder einem geräumigeren Venenzweige dicht anliegend, treten an das schwarz angegebene Darmstück. Die Lymphgefäße verlaufen im Gekröse theils dicht an den Blutgefäßen, theils zwischen ihnen zerstreut. Am Darme haben sie einen doppelten Ursprung: 1) aus stark gewundenen Aestchen, die der Schleimhaut des Darmes angehören und die Milchgefäße (vasa lactea) sind, und 2) aus feinen, in der Längenrichtung des Darmkanals fast gradelinig dicht unter dem Bauchfelle verlaufenden eigentlichen Lymphgefäßen. (Aus einer Abhandlung von mir in den Schriften d. Königl. dän. Gesellsch. d. Wissensch. 11 Bd. 1845.)

besonders Chylusgefäße, indem sie den „Chylus", das heißt, die aus dem Speisebrei gesogene Nahrungsflüssigkeit, enthalten. Die eigentlichen Lymphgefäße sind in der Regel so fein, daß sie, mit ihrer wasserhellen Flüssigkeit angefüllt, nur einem sehr geübten Auge sichtbar werden; die Chylusgefäße sind etwas größer, und da ihre Flüssigkeit noch dazu eine milchweiße Farbe hat — weshalb sie auch höchst uneigentlich Milchgefäße benannt werden — lassen sie sich, besonders bei stark gefütterten Thieren, ganz leicht noch mit unbewaffneten Augen erkennen.

Ich zeige Ihnen hier ein von Prof. Ibsen eingespritztes und getrocknetes Stück von dem Gekröse und Darm eines Entenwalls. Sie sehen an zwei Stellen einen Schlagaderzweig, mit einem weit stärkeren Venenzweig hart an seiner Seite, durchs Gekröse an das Darmstück treten, außerdem aber noch sehr viele andere, weit dünnere Stränge sich durchs Gekröse schlängeln. Diese fallen hier gleich in die Augen — hauptsächlich jedoch weil sie an diesem Präparate mit Quecksilber angefüllt, und auch gerade bei diesem Thiere ganz ungewöhnlich stark sind. An dem Darme vertheilen sie sich zum Theil baumförmig. Diese Verzweigungen sind die Chylusgefäße, von denen ein Aestchen aus jeder Darmzotte zu entspringen scheint. Zum Theil aber nehmen ihre Zweige sich als weit feinere, fast geradegestreckte Längsfäden aus, und diese sind eigentliche Lymphgefäße, die nicht der Schleimhaut des Darmes angehören, sondern an seiner auswendigen Fläche eben nur von dem dünnen Bauchfelle bekleidet sind, und wohl zunächst die wässerige Flüssigkeit des Bauchfellsackes einzusaugen haben. Sie sehen nun ferner, wie die vielen, dünnen Stämmchen dieser Gefäße am kurzen Rande des Gekröses, folglich dichter an der Wirbelsäule, auf einige eirunde Körper stoßen. Dies sind die sogenannten lymphatischen

Drüsen. Im anatomischen Sinne verdienen diese Körper nicht den Namen von Drüsen; denn sie sind eigentlich keine Absonderungsorgane, sondern vielmehr Haargefäßnetze des lymphatischen Systems. Hingegen sind diese Körper gerade, was in der Volkssprache gewöhnlich „Drüsen" heißt. „An den Drüsen leiden" oder „eine Drüsenkrankheit haben" bedeutet eben, daß die Haargefäßnetze des lymphatischen Systemes angeschwollen sind, was auf einen kränklichen Zustand der Lymphe oder des Chylus hindeutet.

Dergleichen „Lymphdrüsen" liegen nun allerdings hauptsächlich im Gekröse (Gekrösdrüsen), außerdem aber in manchen gut geschützten Zwischenräumen der Muskeln, als z. B. in der Kniekehle, den Weichen, der Armbiege; einzelne auch an den Seiten des Halses u. s. w. In diese Lymphdrüsen treten also die Lymphgefäße hinein, verzweigen sich in der Form eines Netzes, und sammeln sich darauf wieder, um sich nach Art der Venen in immer größere Aeste zu vereinen, und zuletzt fast alle in einen gemeinsamen Stamm auszumünden, der den Namen des Brustganges (ductus thoracicus) erhalten hat. Dieses für die Unterhaltung des Lebens so höchst wichtige Gefäß liegt an einer der verborgensten Stellen des Körpers, nämlich dicht an der absteigenden Aorta, und schleicht sich hier die Wirbelsäule entlang nach oben, um sich in die linke Schlüsselbeinvene zu öffnen. Hier werden somit die Lymphe und der Chylus ins Venenblut ergossen, und strömen mit ihm in die rechte Herzhälfte.

Die Lymphe und zumal der Chylus müßen als rohes oder unreifes Blut betrachtet werden. Die milchweiße Farbe des Chylus rührt von unzähligen Zellen her, die in den Chylusgefäßen gebildet werden und sich allmählig selbst in Blutzellen verwandeln. Mitunter kann man dergleichen unreife Blutzellen noch im Blute vorfinden, und einige solche

sind auch in einer Ihnen bereits vorgelegten Abbildung dargestellt (Fig. 57, Pag. 231, a, a, a).

Die Chylus- und Lymphgefäße muß man sich als ganz verschlossen an ihren Endzweigen denken. Es ist Niemand gelungen, entweder Quecksilber oder irgend eine gefärbte Flüssigkeit aus den Arterien in Chylus- oder Lymphgefäße zu treiben, und sie von ihren Stämmen aus einzuspritzen ist vollends unmöglich; denn *Taschenklappen*, die ja überhaupt jede Strömung in verkehrter Richtung ausschließen, finden sich in den Lymph- und Chylusgefäßen nicht nur an den Verzweigungen, sondern folgen eine auf die andere ihren ganzen Verlauf entlang, wie Ihnen dies bereits in einer Abbildung (Fig. 51, Pag. 214) gezeigt wurde. Um Präparate vom lymphatischen Systeme auszufertigen, muß folglich jedes Gefäßchen für sich aufgesucht und nach dem Stamme hin gefüllt werden.

h. Blutmenge — Schnelligkeit des Blutumlaufs.

Wie viel Blut hat wohl der Mensch in seinen Adern? Zur Beantwortung dieser Frage hat der um die Wissenschaft in mehren Richtungen sehr verdiente Professor *Valentin* in Bern eine Reihe von überaus wichtigen Untersuchungen angestellt. Er ist davon ausgegangen, daß sich das Maß jeder Flüssigkeit berechnen läßt, wenn man genau untersucht, wie stark sie von z. B. 1 Maß Wasser verdünnt wird. 1 Maß Milch z. B. würde dadurch gerade 2 mal dünner, das heißt, sein Mehrgewicht gegen Wasser halb so groß als früher werden; 3 Maß um $\frac{3}{4}$. Denn im ersten Falle würde ja dasselbe Gewicht von Käsestoff, Eiweißstoff u. s. w. auf 2 mal, im zweiten auf $\frac{4}{3}$ mal so viel Wasser vertheilt werden. Wenn also die Milch durch das Maß Wasser auf die halbe spezifische Schwere gebracht wird, so

muß 1 Maß — wird sie es auf $\frac{3}{4}$, so müssen 3 Maß da gewesen sein*).

Professor **Valentin** hat nun also lebenden Thieren ein gewisses Maß Wasser ins Blut gespritzt, und nach Ablauf so vieler Minuten, wie etwa zur gleichmäßigen Vertheilung desselben anzunehmen, die spezifische Schwere vor und nach der Einspritzung geprüft, und daraus die Blutmenge berechnet. „Kann man denn", werden Sie fragen, „einem lebenden Thiere viel Wasser ins Blut spritzen, ohne es dadurch zu tödten?" An sehr vielen Thieren läßt Solches sich ganz ungestraft thun, ganz besonders an Hunden. Ich habe Prof. **Magendie** lebenden Hunden so viel Wasser ins Blut spritzen sehen, daß ein ganz kleines, magres, auf dem Markte gekauftes Thier dadurch das Ansehen eines feisten, trägen Mopses gewann. Glauben Sie ja nicht, daß dies eine unnütze Spielerei, ein feiger Mißbrauch der menschlichen Gewalt über die Thiere war! Es geschah um ein Mittel zu prüfen wider die Wasserscheu oder Hundswuth. Derselbe Mann hatte den Muth einen tollen Schlachterhund anzupacken, zu binden, ihm eine Blutader zu öffnen und eine große Menge Wasser einzuspritzen. Das Thier wurde darauf vollkommen ruhig und gelassen — und wenngleich es einige Tage darauf starb, muß ich immer noch annehmen, daß es eben durch diese im höchsten Grade muthige That erwiesen sei, ein solches Wassereinspritzen ins

---

*) Das spezifische Gewicht der Flüssigkeit vor der Verdünnung sei a, nach derselben b; so findet man das Maß derselben, wenn man das Maß des zur Verdünnung angewandten Wassers mit $\frac{b}{a-b}$ multiplicirt. In dem ersten Falle war $b = \frac{1}{2}a$, der Bruch also $\frac{\frac{1}{2}a}{a - \frac{1}{2}a} = 1$, im zweiten $b = \frac{3}{4}a$, der Bruch folglich $\frac{\frac{3}{4}a}{a - \frac{3}{4}a} = 3$.

Blut wäre zur Behandlung der schauderhaften Krankheit ganz vorzüglich anzuempfehlen.

Durch diese Methode hat nun also Prof. Valentin das überaus wichtige Resultat gewonnen, daß das Gewicht der ganzen Blutmasse bei allen Individuen einer und derselben Art immer in einem bestimmten Verhältnisse zum Körpergewichte steht; beim Kaninchen z. B. wie 1 : 6, 20, bei der Katze wie 1 : 5, 78; beim Hunde wie 1 : 4, 50. Da demnach die Blutmenge bei größeren Säugethieren etwas abzunehmen scheint, wird die relative Blutmenge des Menschen wohl etwa nur auf 1 : 4, 25, oder $\frac{4}{17}$ des Körpergewichts geschätzt werden können, das heißt, ein Mensch, der z. B. 105 ℔ wiegt, wird 24 ℔; einer, der 157½ ℔ wiegt, wird 36 ℔ Blut in seinen Adern haben. Es läßt sich also wohl 30 ℔ als die Mittelgröße der Blutmenge eines erwachsenen Menschen aufstellen.

Und wie oft mögen wohl diese 30 ℔ Blut in einem Tage den Kreis der Blutbahn vollführen? Die linke Herzkammer faßt ungefähr ⅛ ℔ Blut, und wird bei jedem Herzschlage vollständig geleert. 30 ℔ Blut müssen also im Verlaufe von 240 Herzschlägen durchgeströmt sein, das heißt, mit 80 Herzschlägen in der Minute: in 3, mit 90 Herzschlägen: in 2⅔ Minuten. Im Laufe von 24 Stunden würde demnach der ganze Kreislauf 460—540 mal vollführt werden. Dabei ist nun freilich zu bemerken, daß die Blutmasse viele verschiedentlich lange Kreisbahnen durchströmt. Die Blutzellen, die aus der Aorta in eine Kranzschlagader des Herzens und aus einer Kranzvene in die rechte Vorkammer zurückkehren, mögen vielleicht 10 oder 20 mal schneller ihre Bahn vollführen, als diejenigen z. B., die bis an die Zehen gelangen. Indessen bleibt die Mittelzahl für die Schnelligkeit dadurch immer noch dieselbe.

i. Schluß.

Also kreist denn ohne Rast und ohne Ruh das Blut; durchströmt sämmtliche Organe; theilt ihnen die hauptsächlich aus dem Brustgange empfangenen Nahrungsstoffe mit; benimmt ihnen die verbrauchten Stoffe und den überschüssigen Kohlenstoff mittelst des mittlerweile in den Lungen geholten Sauerstoffes; bringt die empfangenen verbrauchten Stoffe entweder frisch bearbeitet ihnen zurück, oder führt sie den aussondernden Flächen und Organen zu. Alles, das Chemische nicht weniger als das Physische, geht nach den allgemein in der Natur herrschenden Gesetzen; allein dermaßen sind diese Gesetze in jedem kaum meßbaren Zeitpunkte für jedes durchs Mikroskop kaum erkenntliche Theilchen des großen harmonischen Gebäudes in Anwendung gebracht, wie der menschliche Verstand es nur allmählig zu fassen vermag, so wie die Erscheinungen selbst langsamen Schrittes entdeckt oder erforscht, die Naturgesetze in ihrer Wesentlichkeit anerkannt werden. Es vollends zu fassen im Einzelnen wie im Ganzen, ist nicht die Aufgabe eines Menschen, eines Zeitalters; es ist die Aufgabe der Menschheit für alle Ewigkeit. Eine große Harmonie ist der Organismus; ein Plan, ein Princip offenbart sich in der Gesammtheit aller einzelnen Lebenserscheinungen. Ob hierin, wie in jeder Symphonie, jeder wohlgeordneten Schlacht eine eigene Kraft anzunehmen, darüber ist man nicht einig. Seien wir es nur darin, daß das körperliche wie das geistige Leben, die Symphonien wie die Schlachten, einer Allmacht gehorchen, der Quelle alles Daseins, aller Harmonien, dem Lenker der Schlachten, Lenker des Schicksals.

C.

Bewußtes Leben.

I. Nerventhätigkeit; II. Sinnesthätigkeit.

III. Willkührliche Bewegungen.

Besonderes Lehren.

I. Nerventhätigkeit. II. Sinnesthätigkeit.

III. Geschlechtliche Bewegungen.

I. Nerventhätigkeit.

a. Einleitung; b. Bedeutung der Nerven; c. Nervenleitung nach Innen; d. Nervenleitung nach Außen; e. Besondere Gefühls- und Bewegungsnerven; f. Strenge Sonderung in der Nervenleitung; g. Gangliensystem; h. Bau der Centraltheile im Allgemeinen; i. Das Rückenmark als Leitungsorgan; k. Das Rückenmark als Ganglion; l. Unwillkührliche Bewegungen im Allgemeinen; m. Das Rückenmark ohne Einfluß des Gehirns; n. Das Gehirn als Sitz des Bewußtseins; o. Bau des menschlichen Gehirns; p. Nervensystem der Thiere; q. Versuche an lebenden Thieren; r. Vergleichung verschiedener Menschengehirne; s. Schluß.

---

a. Einleitung.

Wir haben von heute an eine neue Reihe von Organen und von Lebenserscheinungen durchzugehen, und damit zugleich den Thierorganismus von einer neuen Seite zu betrachten.

Sie werden es wohl noch erinnern, daß der Keim im Ei seine Entwickelung damit anfing, sich in zwei Schichten zu sondern, von denen sich darauf jede in eine eigene Klasse von Organen ausbildete. Aus der unteren Keimschicht entstand allmählig die Schleimhaut des Darmes, der Lunge und der Drüsengänge überhaupt, und wir haben nun gesehen, daß diese die Wege der Einsaugung und der Absonderung oder des Stoffaustausches mit der Außenwelt im Allgemeinen sind. Aus einer etwas später entstandenen Mittelschicht entwickelten sich Herz, Gefäße und Blut — die Vermittler des inneren organischen Lebens. Aus der oberen Schicht hingegen gingen allmählig das Nervensystem, die Sinnes- und die Bewegungsorgane hervor, und diese letzteren aus der oberen

Keimschicht entstandenen Organe sind es nun eben, die wir jetzt noch durchzugehen haben. — Es wurde diese obere Keimschicht auch noch als die animale, im Gegensatze zur unteren als der vegetativen; ferner die daraus sich entwickelnden Organe, im Gegensatz zu denen des Ernährungs- oder Pflanzen-Lebens im Thiere, als die des eigentlichen Thierlebens unterschieden. Also ist es denn auch gerade das eigentliche Thierleben, gewöhnlich das animale Leben oder die animalen Lebenserscheinungen, die wir von jetzt an zu betrachten haben. Wir haben den Thierorganismus — hieß es oben — dabei zugleich von einer neuen Seite zu betrachten. Dies ist jetzt noch etwas genauer zu erklären.

Indem wir davon ausgegangen sind, die organischen Körper den anorganischen, die lebenden den nichtlebenden entgegenzustellen, mußte uns das Dasein der Thiere mit dem der Pflanzen wesentlich übereinzustimmen scheinen. Denn bei diesen wie bei jenen fanden wir das Dasein durch einen ununterbrochenen Wechselverkehr mit der Außenwelt bedingt, wobei Stoffe aufgenommen, Stoffe ausgeschieden, im Innern kleinere und größere Theile gebildet, zerstört und wiedergebildet werden. Der Gegensatz zwischen der Pflanze und dem Thiere trat, von dieser Seite gesehen, erst dadurch auf, daß nur der Pflanze, nicht dem Thiere die chemische Kraft verliehen, sich die organischen Stoffe aus den anorganischen selbst zu bilden; das Thier also nicht wie die Pflanze seine Nahrungsstoffe in der Luft und im Wasser des Erdbodens allgemein verbreitet vorfindet, vielmehr sie selbst aufsuchen und ergreifen muß, wozu besondere Eigenschaften und eine besondere Organisation im Allgemeinen nothwendig wurden.

Schon dadurch würde also die Eintheilung der ganzen lebenden Natur in ihre zwei großen Reiche, das der Pflanzen und das der Thiere, als vollkommen berechtigt erscheinen.

Daß aber das Thier dadurch zugleich eine höhere Stufe des Daseins erlangt, wurde, von dieser Seite gesehen, keinesweges einleuchtend. Denn was gewinnt denn am Ende das Thier durch seine Freiheit, was nicht auch bereits die an die Erde gefesselte Pflanze erlangt? Ist doch die Entwickelung, das Gedeihen und die Fortpflanzung, mit andern Worten: ist doch die Erhaltung des Organismus und der Art, der Pflanze nicht weniger als dem Thiere gesichert!

Anstatt nun aber, zur Vergleichung der Pflanze und des Thieres, von der allgemeinen Naturbetrachtung, wollen wir jetzt von unserem eigenen Organismus ausgehen. Jene besonderen Eigenschaften des Thieres: Sinne und willkührliche Bewegungsfähigkeit, erhalten alsdann eine ganz andere Bedeutung. Sie erscheinen uns als Zeugnisse von etwas durchaus Wesentlichem, etwas Höherem, wodurch wir uns gezwungen fühlen, bei der Theilung der organischen Welt in zwei Hauptabtheilungen oder Reiche jegliches Thier, auch das am tiefsten auf der Entwickelungsleiter stehende nicht ausgenommen, in eine und dieselbe Abtheilung zu versetzen, worin der Mensch selbst seinen Platz hat. Dieses durchaus Verschiedene, dieses Höhere im Thiere, im Gegensatz zur Pflanze, ist: ein Bewußtsein. Zwar mag es für unmöglich erklärt werden, sich von dem Bewußtsein eines Thieres überhaupt, zumal eines vom menschlichen Organismus weit entfernt stehenden, eine klare Vorstellung zu bilden; auch scheint es, daß die niedrigsten Thiere mitunter keine andre Sinne besitzen als eben das Gefühl oder den Tastsinn, ohne daß sich auch noch dieser Sinn durch ein eigenes Organ zu erkennen gäbe; und allerdings ist es oft äußerst schwierig, wahrhaft willkührliche Bewegungen von scheinbar willkührlichen zu unterscheiden; das Prinzip der Unterscheidung darf aber nicht aufgegeben werden, weil es sich schwer in Anwendung bringen läßt. Es mag immerhin

Naturforschern ersten Ranges widerfahren sein, für willkührliche Bewegungen angenommen zu haben, was sich später als davon ganz verschieden gezeigt; es mögen manche niedere Organismen, früher für Thiere geltend, später ins Pflanzenreich versetzt worden sein. Solches geschah immer doch nur, indem man eine vorhandene Willkühr, oder ein Bewußtsein, entweder annehmen oder verwerfen zu müssen meinte, und folglich eben in der Anerkennung, daß das wesentlich Characteristische der thierischen Natur in einem höheren oder niedrigeren Grad von Bewußtsein zu suchen ist. Das eigentliche Thierleben, die animalen Lebenserscheinungen, sind deshalb hier auch als **das bewußte Leben** bezeichnet worden. Dieses wird fortan der Gegenstand unserer Betrachtungen sein.

b. Bedeutung der Nerven.

„Was macht, daß mein Herz in ununterbrochenem Takte fortschlägt, ohne daß ich es daran hindern könnte — meine Gliedmaßen hingegen meinem Gebote mit Blitzesschnelle gehorchen?" Wie kommt es, wollen wir hinzufügen, daß Alles, was im Innern des Körpers vorgeht, unserem Bewußtsein entzogen ist — wogegen auch nicht die leiseste Berührung unserer Haut oder die kleinste Bewegung des Körpers uns entgeht? — Es beruht auf dem verschiedenen Verhältnisse dieser Theile zum Nervensysteme. Unserer Willkühr und unserem Bewußtsein sind nur die Theile untergeben, die durch Nerven mit dem Rückenmark und dem Gehirn in Verbindung stehen.

Ich zeige Ihnen diese verschiedenen Abtheilungen des Nervensystems vorläufig von einem Affen. Sie verhalten sich bei diesen Thieren in allem Wesentlichen wie beim Menschen, nur daß das Gehirn verhältnißmäßig kleiner, dessen Windungen weniger zahlreich sind. Das Gehirn liegt im Hirnschädel,

das Rückenmark im Rückgrate eingeschlossen, zunächst von einer Gefäßhaut umhüllt. Die Schädelhöhle ist verhältnißmäßig eng; die des Rückgrats sehr geräumig, wodurch das Rückenmark bei seinen Krümmungen in der Lage nicht wesentlich gestört wird. Beide Höhlen sind von einer derben Faserhaut (dura mater) bekleidet; zwischen ihr und der Gefäßhaut liegt noch die äußerst feine, zarte Spinnengewebehaut und übrigens eine wässerige Flüssigkeit, worin das Rückenmark wie schwebend gehalten wird, theils durch die Nerven selbst, theils durch Fasern, die von der äußeren Hülle zur Gefäßhaut hineinsteigen: das gezackte Band. Sie sehen nun hier bereits an dem mittleren Theile des Gehirns einige durchgeschnittene Fäden hervorstehen; das ganze Rückenmark entlang aber an jeder Seite eine ziemlich dichte Reihe von denselben, mehr oder weniger kurz abgeschnitten. Diese Fäden sind Nerven, Organe, die wir jetzt etwas genauer ins Auge zu fassen haben.

59.

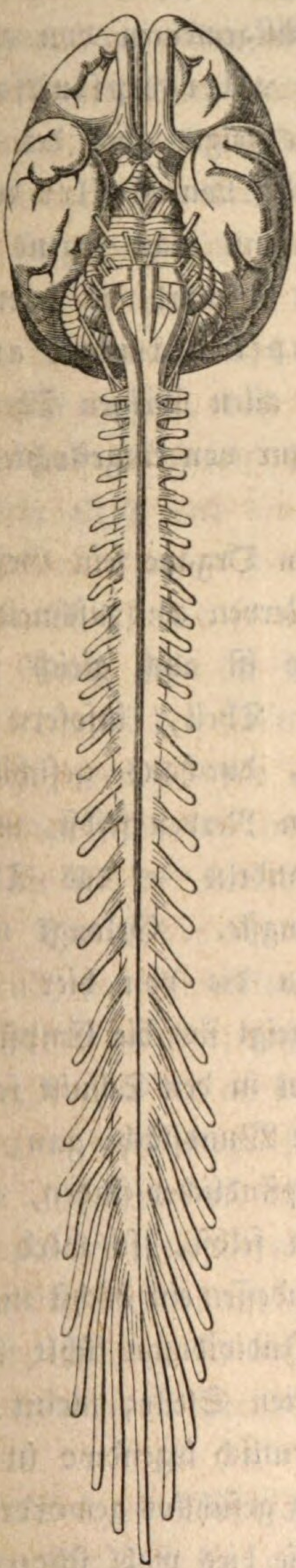


Fig. 59. Gehirn und Rückenmark von einem Affen (Macacus nemestrinus) von der unteren Fläche gesehen. Nach Tiedemann: Icones simiarum et quorundam animalium rariorum, 1821. Tab. 1, Fig. 5 In halber Größe.

c. Nervenleitung nach Innen.

Die Aerzte des Alterthums wußten schon aus der Erfahrung, daß diese „Nerven“ im Allgemeinen von allen Theilen eines lebenden Körpers die allerempfindsamsten sind. Im 18ten Jahrhunderte zeigte aber der berühmte Schweizer-Naturforscher Albrecht von Haller durch Versuche an lebenden Thieren, daß wenn man irgend einem Theile die Nerven ausschneidet, so wird er dadurch gänzlich gefühllos, daß also die Empfindsamkeit ausschließlich den Nerven angehört, allen übrigen Theilen nur anscheinend, indem sie ihnen eben nur von eingeflochtenen Nervenfäden mitgetheilt wird.

Er zeigte ferner, daß es, um einem Organe sein Gefühl zu benehmen, nicht nöthig ist, dessen Nerven auszuschneiden. Sind sie nur quer durchgeschnitten, so ist auch gleich sein ganzer unter dem Schnitte liegende Theil, insofern er von dort aus seine Nerven bezieht, durchaus gefühllos. Man mag dann das Organ, oder den Nerven selbst, unter dem Schnitte kneifen, stechen, mishandeln — das Thier merkt davon auch nicht das Allergeringste. Gelangt man aber oberhalb des Schnittes, oder an die von hier aus mit Nervenästen versehenen Theile, so zeigt sich die Empfindsamkeit lebhaft wie früher. Dringt man in den Schnitt selbst ein, so wird man hier natürlich die eine Wundfläche ganz gefühllos, die entgegengesetzte um so empfindlicher finden, und trifft man die Wundfläche des Nerven selbst, so wird der Schmerz vielfältig stärker. Damit ist indessen ein höchst merkwürdiger Umstand verbunden. Das Individuum fühlt alsdann den Schmerz nicht an der berührten Stelle; meint ihn vielmehr oft weit davon entfernt, namentlich irgendwo in einem der durch die Durchschneidung ganz gefühllos gewordenen Theile zu fühlen — und zwar, wie Sie dies wohl schon er-

rathen, eben da, wo der durchgeschnittene Nerv sein peripherisches Ende hat. „Wie kann man das wissen?" werden Sie fragen; denn Sie denken sich vielleicht alle diese Erfahrungen an lebenden Thieren gemacht. Sie werden auch ganz richtig annehmen, daß ein Chirurg während einer Amputation nicht die Schmerzen des Kranken verlängern würde, um zu erforschen, wo sie eben gefühlt werden, daß er nicht einmal während des Verbandes dergleichen Untersuchungen anstellen möchte. Es ist dies Alles aber auch nicht einmal nöthig. Wie sollten Sie es nicht wissen, daß die Amputirten fortwährend ihr längst verwestes Glied zu fühlen meinen, oder Schmerzen darin haben, gleich nach der Operation anhaltend, später immer noch dann und wann — je nachdem die Wunde noch offen oder bereits vernarbt ist, und je nachdem ein Druck unmittelbar oder durch die Narbe auf die Nervenenden einwirkt. Und wer sollte nicht einmal den spöttisch sogenannten „Wittwerstoß" erhalten haben, der sich für einige Augenblicke nicht nur an dem gestoßenen Elbogen, sondern auch in den Fingern fühlen läßt, an die sich der unterliegende Nerv (N. ulnaris) vertheilt?

Durch die Nerven, durch sie allein geschieht es also, daß irgend eine Einwirkung auf unseren Körper zu unserem Bewußtsein gelangt; und damit es geschehe, muß der Nerv ununterbrochen bis an den eigentlichen Sitz des Bewußtseins reichen. Jeder Nerv stellt einen besondern Theil des Körpers dar. Damit wir uns der Einwirkung auf einen bestimmten Körpertheil bewußt werden, muß die Einwirkung gerade seinen Nerven treffen; jede Einwirkung aber, die diesen Nerven trifft, gelangt zu unserem Bewußtsein, als habe sie den entsprechenden Körpertheil selbst getroffen.

d. Nervenleitung nach Außen.

Bei der Durchschneidung eines Nerven werden nun aber auch die Theile gelähmt, in deren Muskeln sich seine

Zweige verbreiten. Galenus (im Jahre 131 in Pergamus geboren) wußte schon, daß wenn lebenden Thieren der Hauptnerv zu den Muskeln der Stimmritze durchgeschnitten wird, vergeht ihnen die Stimme. Allgemein bekannt ist es auch, daß wenn z. B. am Arm oder Bein ein Nerv verletzt worden, so entsteht gleichzeitig mit dem Verluste des Gefühls auch eine Lähmung. Ein jeder Körpertheil, der gar nicht mehr durch seine Nerven in ununterbrochener Verbindung mit dem Rückenmark und Gehirne steht, ist folglich, wenn auch noch der Blutumlauf, und somit die Ernährung in ihm fortdauert, dem Individuum durchaus fremd geworden, hängt als ein unnützes Glied dem Organismus an — bis etwa eine Heilung der Nervenverletzung zu Stande kommt, was die Erfahrung als keineswegs unthunlich nachgewiesen hat.

Es wurde angegeben, daß in der Schnittwunde des verletzten Nerven die Berührung der einen Fläche höchst empfindsam, die der entgegengesetzten dem Individuum ganz gleichgültig sei. Ganz erfolglos jedoch ist die letztere deshalb nicht. Sind es Muskelnerven, die dabei berührt werden, so ziehen sich die entsprechenden Muskeln zusammen; die „entsprechenden", sage ich, denn sollte es wohl nöthig sein noch anzugeben, daß auch hinsichtlich der Bewegung jeder Nerv einen besondern Muskeltheil darstellt? Es entstehen Zuckungen, die übrigens dem Individuum nur insofern nicht ganz fremd bleiben, als sie von ihm, wie von jedem andern Umstehenden zu beobachten sind.

Fügen Sie nun diese einfachen Sätze zu den eben vorhergehenden, und manche sonderbare Erscheinungen werden sich Ihnen ganz klar darstellen. Es wird Ihnen z. B. nicht mehr auffallend sein, daß gewisse Zustände im Unterleibe Schmerzen und Krämpfe in den Beinen erregen, wenn

diese Zustände einen Druck auf die am Rückgrate herabsteigenden Nerven ausüben. Man mag dann immerhin die Beine reiben oder mit einer Salbe einschmieren. Hilft es nicht, so tröstet es doch immer etwas.

e. Besondere Gefühls- und Bewegungsnerven.

Die Ihnen bisher mitgetheilten Lehrsätze aus der Nervenphysiologie verdanken wir im Wesentlichen also den Aerzten des Alterthums und des vorigen Jahrhunderts. Eine ganz besondere Freude ist es mir nun aber, Ihnen eine Entdeckung mitzutheilen, die erst seit 30 Jahren gemacht, und die an Wichtigkeit vielleicht nur der des Blutkreislaufes nachsteht.

Man wußte, daß die Nerven nur als leitende Fäden zu betrachten sind, einerseits von den Organen nach dem Centralnervensysteme, andrerseits von diesem nach den Muskeln. Geschieht aber diese entgegengesetzte Leitung durch dieselben Bahnen? Daß dem so sei, war an und für sich wenig wahrscheinlich. Die Vermuthung, daß im Nervensysteme ein Gegensatz bestehe, der dem Gegensatze zwischen Schlagadern und Venen im Gefäßsysteme entspreche, lag ganz nahe, und schien dadurch bestätigt, daß nicht ganz selten die Leitung nur in der einen Richtung unterbrochen ist, während sie in der anderen fortbesteht. Denn was ist es anders, wenn ein Arm oder ein Bein lahm und doch nicht gefühllos ist? Ganz sonderbar mußte es doch erscheinen, daß ein und derselbe Nerv seine Leitungsfähigkeit von dem Centrum nach der Peripherie sollte verlieren können, und sie dennoch von der Peripherie nach dem Centrum ungestört beibehalten. Allein vor der Erfahrung müssen wir uns nun einmal beugen, und die Erfahrungen aller Jahrhunderte stimmten darin überein, wie auch Ihnen bereits mitgetheilt, daß wenn ein Nerv, z. B. an einem

Arm oder Bein, durchgeschnitten worden, so sind immer die Theile, worin er sich verzweigt, sowohl gefühllos als lahm.

Da entstand aber bei dem englischen Physiologen Charles Bell der Gedanke, ob es sich doch nicht vielleicht im Gesichte anders verhalten sollte? Hier nämlich verbreiten sich in der That zwei ganz verschiedene Nerven fast an alle Theile. Der eine gehört dem sogenannten 5ten Nervenpaare, der andere dem 7ten. In beistehender Abbildung sehen Sie die Ausbreitung des ersteren (a, b, c) über und zwischen den Muskeln. Vom zweiten (dem 7ten Nervenpaare angehörig) ist auch noch der unter dem Ohrknorpel hervortretende Stamm (s) zu sehen; seine Zweige aber sind hier so dicht abgeschnitten, daß man eben nur an ihrer Richtung erkennen kann, daß sie, so zu sagen, auf dem Wege sind, sich über das ganze Gesicht fächerförmig auszubreiten.

In der Voraussetzung, daß diese beiden Nerven hier doch wohl kaum eine und dieselbe Bedeutung haben könnten, die Durchschneidung des einen und des andern folglich auch kaum ganz dieselben Folgen haben würden, unternahm es nun Charles Bell im Jahre 1822, an einem Esel den in die Oberlippe sich verbreitenden Zweig (b) des 5ten Paares, an einem andern den unter dem Ohrknorpel hervortretenden Stamm (s) des 7ten Paares durchzuschneiden. Die Folgen zeigten sich in der That sehr verschieden. Richtig gedeutet ergab sich daraus der höchst wichtige Satz: daß durch die Durchschneidung des 5ten Paares nur das Gefühl, durch die des 7ten nur das Bewegungsvermögen verloren geht. — Da ward die Nervenphysiologie um einen großen Schritt gefördert! Denn also war es entschieden, daß wenigstens an einer Stelle des Körpers die Leitung zwischen dem Centralnervensysteme und den auswendigen Organen in jeder der beiden Richtungen durch einen eigenen Nerven

60.

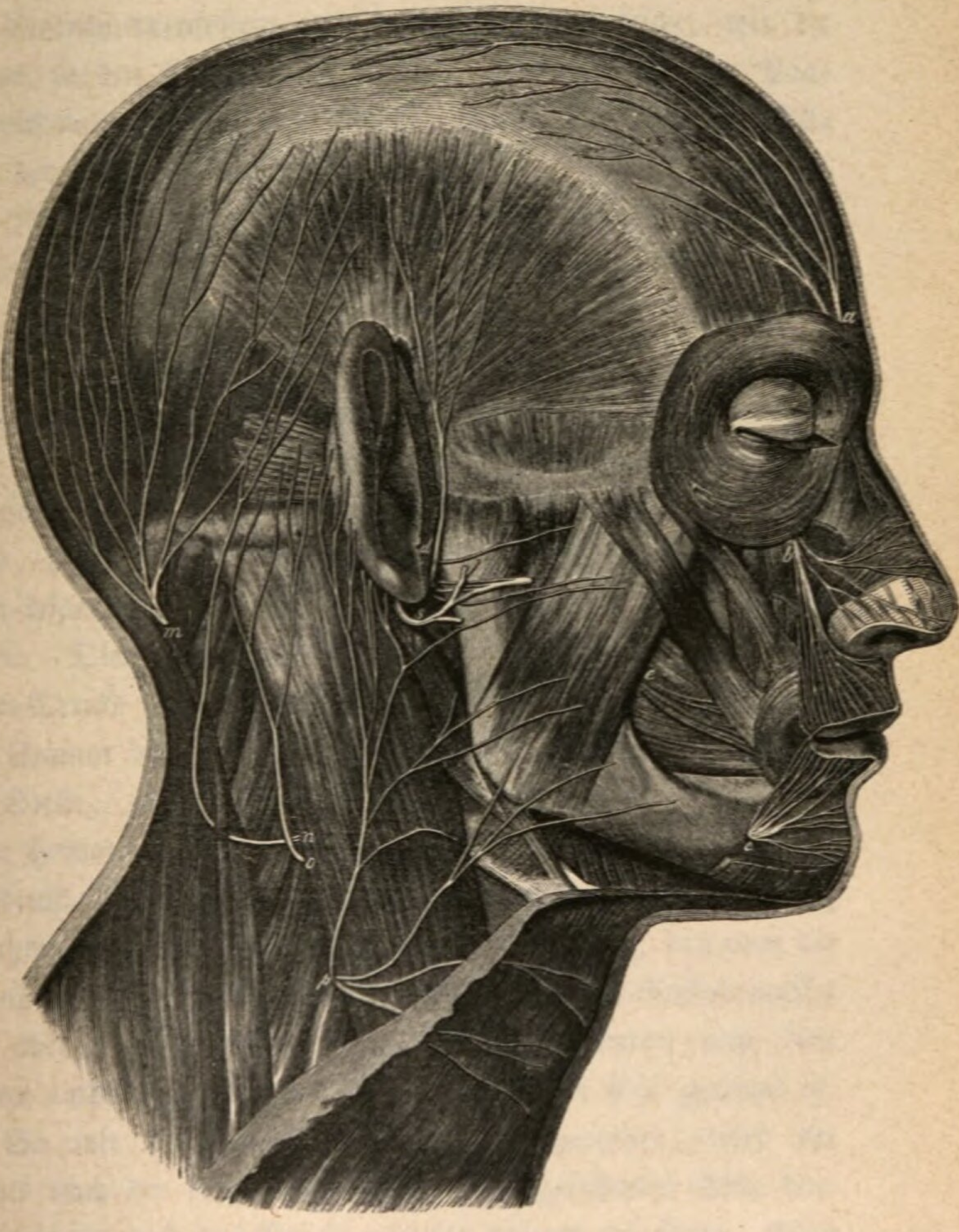
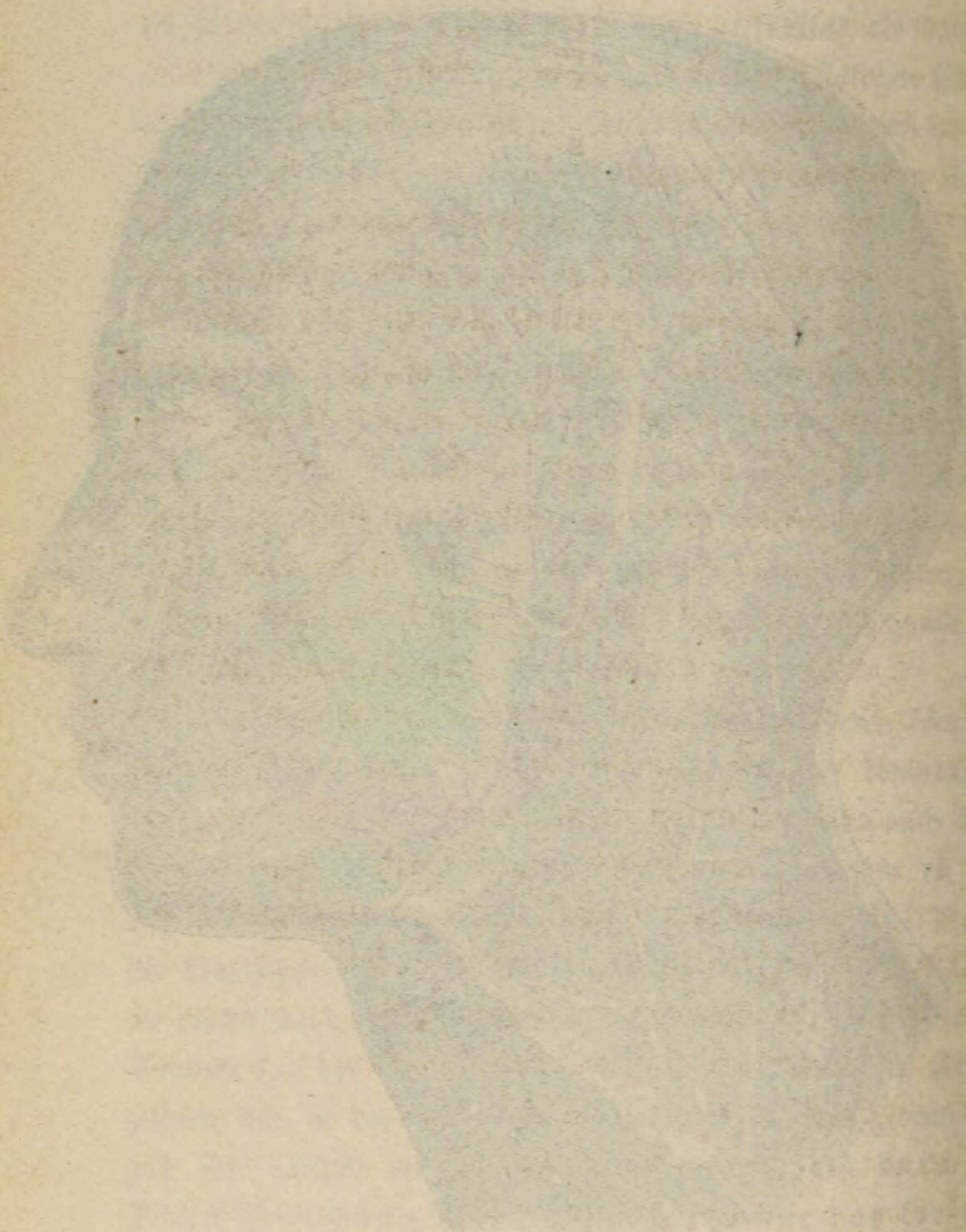


Fig. 60. Verbreitung des Antlitz-Gefühlsnerven im Gesicht. (Nach Longet: **Anatomie et physiologie du système nerveux. Tome II. 1842. Pl. 3, fig. 18**) a: Stirnnerv; b: Unteraugenhöhlennerv; c: Kinnast des unteren Zahnnerven; d: oberflächlicher Schläfennerv; e: Backenmuskelnerv; m, n, o, p: Zweige von den Halsnerven; s: der durchgeschnittene Muskelnerv des Antlitzes (7tes Paar).



geht; daß sich also das 5te Paar namentlich zum 7ten, wenn man das Centralnervensystem mit dem Herzen vergleicht, wie die Venen zu den Schlagadern verhält. Mittelst des 5ten Paares wird dem Gesichte das Gefühl, mittelst des 7ten die Willkühr der Bewegungen ertheilt.

Ist einmal eine Thatsache erst nachgewiesen, dann zeigt sie sich gemeiniglich so einfach, daß es nicht auffallend sein darf, wenn es Manchem vorkommt, als wäre das Gefundene leicht vorherzusehen gewesen. Schon aus manchen im täglichen Leben sich darbietenden Zufällen ergiebt es sich in der That, daß das am Esel nachgewiesene Verhältniß auch für den Menschen gültig sei. Lähmung an der einen Hälfte des Angesichts, ohne Beeinträchtigung des Gefühls ist ein beim Menschen keinesweges seltener Fall, oft auch durchaus kein gefährlicher. Dies gilt namentlich in so fern die Lähmung von einem Drucke oder irgend einer andern localen Einwirkung auf den Stamm des 7ten Paares herrührt', gewöhnlich gerade an der Stelle, wo er in obiger Abbildung (s) dicht unter dem Ohre hervortritt. Das Gesicht erhält dadurch einen eigenen Ausdruck. Das Auge (richtiger die Augenliederspalte) der verletzten Seite steht weit offen, was daher rührt, daß zwar der Schnürmuskel der Augenlieder, nicht aber der Aufhebemuskel des oberen Augenliedes, seine Bewegungsnerven vom 7ten Paare empfängt, also nur jener, nicht dieser hier gelähmt ist. — So wie die Lippen in Bewegung gerathen, wird der Mund nach der entgegengesetzten, nicht gelähmten Seite hinübergezogen, und das Gesicht erscheint dadurch wie schief. Man trifft einen solchen Zustand mitunter bleibend an sonst gesunden und wohlgebildeten Menschen; bisweilen zeigt er sich als Folge einer Anschwellung der Ohrspeicheldrüse, entweder aus Erkältung oder irgend einer andern Ursache, und mag wohl eine ungegründete Furcht für eine Apoplexie hervorrufen. —

In der Geschichte der Wissenschaft steht auch ein trauriges Beispiel angeschrieben, daß ein Arzt, um den Gesichtsschmerz zu heben, jenen Stamm des 7ten Nervenpaars durchgeschnitten — und, wie Sie jetzt leicht einsehen werden, zum Gesichtsschmerze noch die Lähmung an derselben Seite des Angesichts hervorgerufen hat. Werden die Aerzte jetzt, um den Gesichtsschmerz zu heben, den Gefühlsnerven durchschneiden? Nicht einmal darauf wird ein tüchtiger Arzt in unseren Tagen sich einlassen; denn erstlich wäre die Genesung durch die Gefühllosigkeit theuer erkauft; 2) läßt es sich fast nie bestimmen, ob nicht das Uebel weit tiefer seinen Sitz habe; und wenn die Durchschneidung diesseits des Uebels geschähe, so würde der Kranke ja, wie Sie wissen, seinen Schmerz behalten und dazu nun noch die Gefühllosigkeit bekommen, und 3) endlich führt die Durchschneidung des Gefühlsnerven noch andere bedenkliche Folgen mit sich, die Ihnen erst später erklärt werden können.

Als man entdeckt hatte, daß im Gesicht die entgegengesetzte Nervenleitung durch verschiedene Nerven geschieht, konnte man es nicht bezweifeln, daß es sich auf gleiche Weise auch sonst überall im Körper verhalte, und dies um so weniger, als es doch auch am Arm und am Bein nicht selten ist, Lähmung ohne Gefühllosigkeit, seltener Gefühllosigkeit ohne Lähmung zu beobachten. Diese beiden verschiedenen Bahnen im ganzen Körper nachzuweisen, mußte nun den Physiologen eine höchst wichtige Aufgabe sein. Sie wurden endlich nachgewiesen, und zwar wiederum nur mittelst Vivisectionen, welche sich leider, zumal in der Nervenphysiologie, durchaus unentbehrlich gezeigt haben, um die Wissenschaft so zu fördern, wie es dem Physiologen im Namen der Menschheit obliegen muß. Ich werde Ihnen in aller Kürze mittheilen, wo und wie es gelungen ist, die beiden Klassen von Nerven — der hin= und der herleitenden — zu unterscheiden.

Die Nerven stehen in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Rückenmarke. Betrachten wir diesen Zusammenhang etwas

61.



genauer! Beistehend ist ein Stück von der vorderen Fläche des menschlichen Rückenmarkes in voller Größe dargestellt. Die äußere Faserhaut (dura mater) ist aufgeschnitten und liegt (b, b) ausgespannt dar; die innere, oder die Gefäßhaut, sitzt noch dem Rückenmarke an. Die Nerven sind an der rechten Seite abgetrennt, an der linken erst außerhalb ihres Austritts aus der Rückgrathöhle durchgeschnitten (10—14). Man wird nun auf der Abbildung bemerken, daß jeder dieser Rückenmarksnerven mit zwei Wurzeln entspringt, von denen die eine vor, die andere (deren Ursprung hier verdeckt ist) hinter dem gezackten Bande hervortritt. Die beiden Wurzeln, die wiederum aus mehren

Fig. 61. Das Stück vom Rückenmarke des Menschen, woraus der 10te, 11te, 12te, 13te und 14te Rückenmarksnerv ihren Ursprung haben, von der Bauchfläche gesehen. Volle Größe. (Nach Longet: Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertébrés. Tome 1, pl. 2, fig. 1. 1842). Die äußere, faserige Haut ist der Länge nach aufgeschnitten und ausgespreizt, die Nervenwurzeln der rechten Seite weggenommen, wodurch die innerste Hülle, die Gefäßhaut, frei zu Tage gekommen. a, a ist das sogenannte gezackte Band (ligamentum denticulatum), aus sehnigen Fasern bestehend, die von der äußeren Haut hineinsteigen und sich an die Gefäßhaut befestigen; b, b: die inwendige Fläche der ausgespreizten Sehnenhaut; d, d, d, d, d: die Ganglien an den hinteren oder Gefühlswurzeln vom 10ten bis zum 14ten Rückenmarksnerven.

Wurzelfasern bestehen, schließen sich kurz nach ihrem Austritte aus dem Rückgrate dicht an einander, worauf sie kaum mehr zu sondern sind; — und dennoch liegt in ihrer Sonderung gerade die Organisation des entgegengesetzten Leitungsvermögens, und zwar auf folgende Weise.

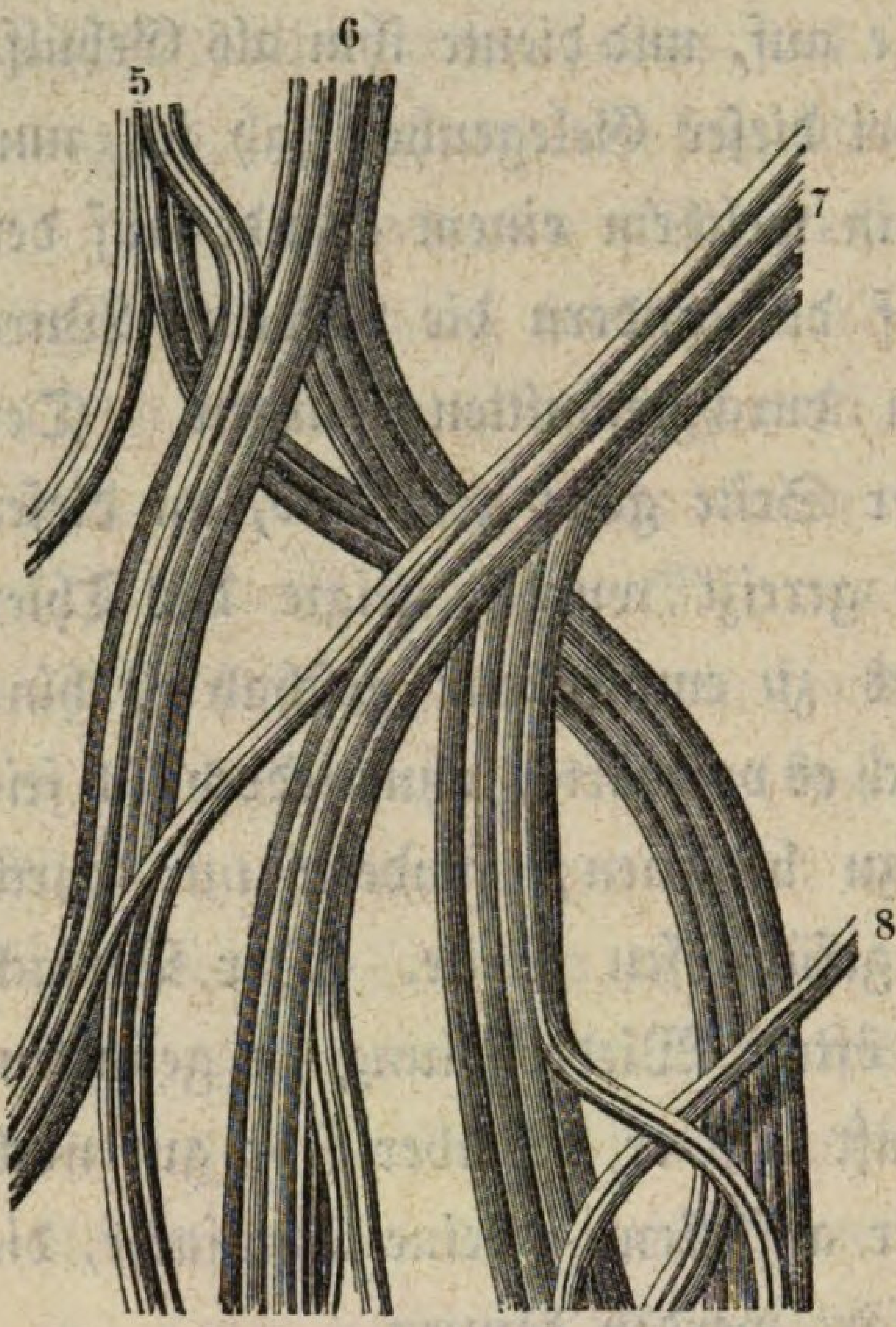
Die hinteren Wurzeln, an denen man, dicht an ihrer Vereinigung mit den vorderen, eine Anschwellung in der Form eines Ganglions bemerkt, sind die Leitungsorgane von der Peripherie zum Centrum, also die Träger des Gefühls. Die vorderen Wurzeln, die keine solche Anschwellung zeigen, sind die Leitungsorgane vom Centrum zur Peripherie, also die Träger der Willkühr. Jene werden somit auch die Gefühls-, diese die Bewegungs-Wurzeln genannt. Daß es sich also verhalte, hätte man bereits daraus entnehmen können, daß jenes 7te Paar, der Bewegungsnerv des Gesichtes, in seinem Ursprunge aus dem verlängerten Rückenmarke sich gerade wie eine jener vorderen Wurzeln des Rückenmarks verhält, während jener größere Hauptzweig des 5ten Nervenpaars, für welchen ich (1825) den Namen des Antlitz-Gefühlsnerven (N. sentiens faciei) vorgeschlagen habe, sich ganz wie die hinteren Wurzeln verhält, namentlich durch die Anwesenheit eines Ganglions (G. Gasseri). Die bestimmte Nachweisung dieses Verhältnisses — des sogenannten Bellschen Gesetzes — mußte aber durch eigene Versuche geschehen, und dieses Verdienst wird von den Italienern und Deutschen gewöhnlich ihren Landsleuten zugeschrieben, wogegen ich sie für den französischen Physiologen Magendie behaupten muß, indem dieser das wahre Verhältniß nicht nur früher, sondern dazu noch an Säugethieren (die Andern hauptsächlich an Fröschen) nachgewiesen. Als ich mich im Jahre 1824 in Paris aufhielt, war eben diese Untersuchung ein allgemeiner Gegen-

stand für die Aufmerksamkeit der Physiologen. Als junger Arzt wurde ich von der großen Anzahl neuer und wichtiger Entdeckungen, die hier vorlagen, stark ergriffen. Ich hielt mich meistentheils bei Magendie auf, und diente ihm als Gehülfe bei seinen Vivisectionen. Bei dieser Gelegenheit sah ich nun unter andern einen Versuch, in welchem einem Hunde auf der einen Seite die hinteren, auf der andern die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven durchgeschnitten wurden. Der Körper war darauf an jener Seite ganz gefühllos, an dieser gelähmt. Wenn jene Seite gereizt wurde, zeigte das Thier nicht das geringste Zeichen es zu empfinden; geschah es hingegen an dieser Seite, so kroch es vorwärts, ohne jedoch sich seiner Beine derselben Seite zu bedienen, sondern nur durch Hülfe der entgegengesetzten gefühllosen Seite. Der Versuch war zu grausam, um eine öftere Wiederholung zu gestatten. Zum Glück für die Wissenschaft läßt er sich aber sehr gut noch an einem enthaupteten Körper anstellen — eine Thatsache, die übrigens erst später wird erklärt werden können.

Hat man erst die Gewißheit gewonnen, daß im Nervensystem, wie im Blutgefäßsystem, zwei abgeschlossene Bahnen bestehen, eine für die Leitung nach dem Centralnervensysteme hin, eine andre für die Leitung von ihm ab, so drängt sich uns die Frage auf, woher es denn komme, daß man in den unzähligen Fällen von durchgeschnittenen Nerven, namentlich an einem Arm oder einem Bein, auch kein einziges Mal die Bewegung allein, oder das Gefühl allein verloren gesehen, sondern immer beide zugleich? Die Antwort liegt in dem folgenden, bereits angedeuteten Verhältnisse. An jener Stelle (c in der letzten Abbildung), wo die hinteren und vorderen Wurzeln sich dicht an einander schließen, verzweigen sie sich dermaßen, daß auch unter ihren Zweigen ein entsprechendes Anschließen Statt findet, daß heißt: Zweige beiderlei Art, für

einen und denselben Ort bestimmt, lagern sich gemeinschaftlich in eine äußere Hülle und nehmen sich also wie ein einzelner Nerv

62.



aus, obgleich sie den beiden entgegengesetzten Leitungssystemen angehören, etwa als ob Arterien= und Venenzweige sich in eine gemeinsame Scheide einschlössen. Ein ähnliches Verhältniß zeigt sich auch ganz allgemein an den zahlreichen gegenseitigen Verbindungen der Nerven, so wie in der That bereits Anatomen einer früheren Periode der Wissenschaft es dargestellt haben, wofür die nebenstehende Abbildung des ausgezeichneten italienischen Anatomen Scarpa als Zeuge dienen kann.

f. Strenge Sonderung in der Nervenleitung.

Nachdem man die gesonderten Bahnen der Nervenleitung in entgegengesetzter Richtung entdeckt hatte, blieb es eine Zeit noch unentschieden, ob diese Sonderung auch wirklich durchaus strenge sei. Wenn dem so wäre, müßten auch die Bewegungsnerven, und somit ungefähr die Hälfte des ganzen Nervensystems durchaus gefühllos sein, und die Berührung

---

Fig. 62. Ein Bruchstück vom Nervengeflechte zum Arm (plexus brachialis) eines Menschen, in voller Größe. Nach Scarpa: Anatomicarum annotationum liber 1 (1778). Natürlicher Größe. 5, 6, 7: der 5te, 6te und 7te Halsnerv; 8: ein vom 8ten oder letzten Halsnerven hinzukommender Zweig.

derselben müßte nur Zuckungen hervorrufen, ohne zum Bewußtsein des Individuums zu gelangen. Dies schien eine den herrschenden Ansichten gar zu widersprechende Annahme zu sein; dessenungeachtet aber ist es durch directe Versuche jetzt entschieden, daß es sich damit gerade so verhält. Wenn es nicht früher entdeckt worden, so muß man dies daraus erklären, daß rein motorische Nerven in der Regel eben nur am Ursprunge aus dem Rückenmark anzutreffen sind. Auch jener Bewegungsnerv des Gesichtes, das 7te Nervenpaar, zeigt sich schon am Austritte unter dem Ohrknorpel (s in der Abbildung 60, Pag. 252) nicht ganz unempfindsam, indem er bereits bei seinem Durchgange durch das Felsenbein des Schädels mit einem Gefühlsnerven (dem 9ten Nervenpaar) eine Verbindung eingegangen ist, oder richtiger von diesem einige Gefühlsfäden aufgenommen hat.

Einige Jahre nach der großen Entdeckung traf die Periode ein, in welcher das Mikroskop einen so bedeutenden Einfluß auf die Naturforschung im Allgemeinen gewann, und auch für die Nervenphysiologie wurde dieser Einfluß sehr ergiebig. Schon lange hatte man gewußt, daß die eigentlichen Nerven im Wesentlichen aus unzähligen sehr feinen Fäden zusammengesetzt sind, wovon einige kaum so dick als eine Blutzelle, andere über zwei mal so dick im Umfang sind, folglich ein Nerv von etwa 1‴ im Durchschnitt deren etwa 40,000 bis 160,000 enthalten kann. Man überzeugte sich jetzt, daß diese Fädchen eigentlich Röhren sind, einen halbflüssigen Stoff enthaltend, und dabei zugleich, daß diese „Primitivröhren", oder Grundröhren, im Gegensatze zu den Blutgefäßen, nirgends mit einander wahrhaft verschmelzen. So gewinnt man die Ansicht von diesen Elementartheilen des Nervensystems, daß jeder für sich, trotz der unzähligen, anscheinenden Verbindungen (Plexus und Anastomosen), vom centralen bis

zum peripherischen Ende eine überall gleichartige und vollkommen abgeschlossene Röhre ist. Dieser so einfache Satz ist zugleich einer der allerwichtigsten in der ganzen Nervenphysiologie. Seine Einfachheit mag zugleich für seine Richtigkeit zeugen; denn in der That läßt sich auch das Gesetz, welchem die Thätigkeit dieser Theile gehorcht, als eben so einfach nachweisen, und dies zwar aus ganz allgemein bekannten Erscheinungen an unserem eigenen Körper. Dem um die Wissenschaft hochverdienten Johannes Müller haben wir die Nachweisung dieser sogenannten „Physik der Nerven" ganz besonders zu verdanken.

Der eigentliche Beruf der Nerven im Dienste des Organismus besteht, wie Sie wissen, darin, daß jeder für sich einen bestimmten Theil der peripherischen Organe darstellt. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Sinnesempfindungen als hinsichtlich der Bewegungen, also für die nach Innen sowohl als für die nach Außen leitenden Nerven. Wenn wir nun aber bedenken, wie sicher im Allgemeinen jede Einwirkung auf die Sinnesoberflächen zu unserem Bewußtsein gelangt, namentlich hinsichtlich der bestimmten Stelle, worauf sich die Einwirkung äußert; und auf der andern Seite, wie sicher die Bewegungen in der Regel ausgeführt werden (wenn wir auch gar nicht auf die außergewöhnlichen Fälle hinsehen, z. B. die Fingerbewegungen eines großen Clavierspielers), obgleich bei jeder kleinen, in dem kleinsten Zeitraume dauernden Bewegung viele tausend verschiedene Muskelfasern in Thätigkeit kommen, und zwar ganz bestimmte Fasern, indem sich nie die eine statt der andern zusammenzieht — so ist es klar, daß diese wundervolle Sicherheit der Leitung in beiden Richtungen eben nur dadurch erlangt werden konnte, daß jede mikroskopisch kleine Abtheilung der Sinnesoberflächen, und jede mikroskopisch kleine Abtheilung der Muskeln durch einen entsprechend kleinen besonderen Nerven

dargestellt wurde, und diese sind nun eben die Nervengrundröhren selbst. Jede Gefühlsgrundröhre kann dem Bewußtsein eben nur die Einwirkung auf die entsprechende, mikroskopisch kleine Abtheilung der Sinnesoberfläche; jede Bewegungsgrundröhre von dem Centraltheile für die willkührliche Bewegung eben nur der entsprechenden mikroskopisch kleinen Abtheilung eines Muskels den Befehl der Zusammenziehung mittheilen. Die Sicherheit der Sinnesempfindungen wird, wie die Sicherheit der Bewegungen, nur durch die Mannichfaltigkeit der Nervengrundröhren — und dann noch durch ihre vollkommene Isolation bewirkt. Würde diese letztere auch nur an irgend einem Punkte ihrer ganzen Länge unterbrochen; ginge die Leitung von einer Grundröhre auf eine andre über, so wäre offenbar zugleich die ganze Sicherheit gestört. Daß eine solche Isolation der Primitivröhren in der That stattfindet, wie überaus dicht sie auch an einander liegen, läßt sich nicht sowohl aus ihren physischen und chemischen Eigenschaften, als vielmehr aus der Präcision selbst in den Sinnesempfindungen und in den Muskelbewegungen entnehmen.

g. Gangliensystem.

Die Bedeutung der Nerven im Allgemeinen wird Ihnen nach der ganzen vorhergehenden Darstellung wohl kaum mehr dunkel sein. Die Nerven sind Bündel von ganz einfachen, mikroskopischen Röhren, die sich von den einzelnen Pünktchen der Organe bis in einen Centraltheil erstrecken, und worin bei jeder Einwirkung eine Strömung, zunächst analog einer galvanischen, hervorgerufen wird, in der einen Klasse von der Peripherie nach dem Centrum, in der andern vom Centrum nach der Peripherie. Die Bestimmung jener ist: die äußeren Eindrücke dem Bewußtsein zuzuleiten; die Bestimmung dieser:

vom Bewußtsein aus die beabsichtigte Muskelcontraction hervorzurufen.

Dieser an und für sich so ganz einfachen Organisation gesellen sich nun manche besondere Verhältnisse bei, die mit der gegebenen Darstellung weniger leicht in Einklang zu bringen sind. Erst wollen wir unsere Blicke auf die Nerven der Eingeweide werfen. Denn auch die Eingeweide haben ihre eigene Nerven, und dennoch sind es in der Regel nur ungewöhnlich starke, kränkliche Einwirkungen auf diese Theile, die zu unserem Bewußtsein gelangen, meistens auch nur als dunkle, unangenehme oder schmerzliche Empfindungen. Da nun die Nerven der Eingeweide im Allgemeinen einen eigenen Character in ihrem Aeußeren haben, namentlich dadurch, daß sie sich an ziemlich bestimmten Stellen wie angeschwollen zeigen, so nahm man früher an, daß diese Anschwellungen, die man Ganglien oder Nerven-Knoten nannte, wirkliche Knoten wären, wodurch die Leitung, wenn nicht der Reiz ungewöhnlich stark, sowohl nach Innen, wie nach Außen hin verhindert würde. Diese Theorie — von der man noch bisweilen, wie von so manchen andern veralteten ärztlichen Theorien, Spuren bei dem nichtärztlichen Publikum antrifft — wurde in Ehren gehalten bis zum Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts, da sie einer anderen weichen mußte, von Bichat aufgestellt. Diesem geistreichen Pariser Hochschullehrer, der in der Blüthe seines Lebens (36 Jahre alt) starb, verdankt man hauptsächlich die Eintheilung der Lebenserscheinungen, die Ihnen gerade heute dargestellt worden. Er hielt sehr strenge auf diese Eintheilung, und zugleich darauf, das organische oder vegetative Leben als das unbewußte, das animale oder Thierleben als das bewußte zu bezeichnen. Er meinte ferner, es gehören jeder der genannten Formen des Lebens nicht nur besondere Organe, sondern auch ein besonderes Nervensystem

an; es wären also zwei Nervensysteme anzunehmen, und zwar jedes mit seinen Centraltheilen und seinen Nerven. Dem bewußten Leben wäre das Gehirn und Rückenmark, dem unbewußten die Ganglien als Centra angewiesen. Die Einwirkungen auf die Eingeweide würden demnach zwar nicht weniger als die z. B. auf die Haut, durch Nerven geleitet, nicht jedoch nach dem Centrum, worin das Bewußtsein seinen Sitz hat, sondern nach einem Ganglion, von wo aus denn auch die Rückwirkung, als eine rein unwillkührliche ausginge. — Diese Bichat'sche Theorie war in ihrer Allgemeinheit ein wesentlicher Fortschritt in der Nervenphysiologie. Für unwesentlich mag eine eigene Ansicht betrachtet werden, die er damit verband, die nämlich, daß sämmtliche Organe des bewußten Lebens symmetrisch, die des unbewußten asymmetrisch seien — eine Ansicht, die allerdings für den menschlichen Körper im Allgemeinen recht gut Stich hält, durchaus nicht aber in der Thierreihe, wie auch nicht beim Fötus.

Die Bichat'sche Theorie hat sich also im Wesentlichen bis auf unsere Zeit gehalten. Das Gangliensystem, das heißt die Ganglien mit den dazu gehörenden Nerven, ist auch als der sympathische Nerv bezeichnet worden, indem man die mannichfaltigen Verbindungen desselben mit den übrigen Nerven als die Wege betrachtet hat, wodurch die Harmonie und die „Sympathie" der verschiedenen Organe bewirkt werde. Diese Annahme ist freilich nur sehr schwach begründet. Um so viel sicherer hingegen dürfen wir das Gangliensystem als dem unbewußten, organischen oder vegetativen Leben angehörig erklären; und damit steht es offenbar durchaus nicht in Widerspruch, daß es keinesweges an die Eingeweide gebunden ist, sondern vielmehr sich, namentlich mit den Gefühlsnerven, vielleicht an sämmtliche Theile des Körpers verbreitet. Denn höchst wahrscheinlich gehören auch noch die Ganglien, die wir

in einer früheren Abbildung (61, Pag. 255) an jeder Gefühlswurzel bemerkt haben, ebenfalls dem allgemeinen Gangliensysteme an. Weswegen seine Zweige sich ausschließlich mit den Gefühlsnerven verbreiten, läßt sich kaum entscheiden. Daß sie es aber wirklich thun, zeigt die anatomische Untersuchung, und wird durch die Erfahrung erhärtet, daß gerade nach der Verletzung der Gefühlsnerven, nicht hingegen nach der der Bewegungsnerven, die Ernährung der Theile wesentlich beeinträchtigt wird.

Die Kennzeichen eines Leidens des Bewegungsnerven fürs Gesicht (des 7ten Paares) habe ich Ihnen bereits mitgetheilt. Die Folge einer Verletzung des Antlitz-Gefühlsnerven ist, wie Sie ohne weitere Bemerkung von meiner Seite schon wissen werden, erstlich eine vollkommene Gefühllosigkeit. Dazu gesellt sich aber immer noch ein anderes Leiden, worauf ich schon einmal in dieser Stunde angespielt habe, nämlich ein gewisser kränklicher Zustand der Theile, etwa als ob sie skorbutisch oder gewissermaßen aufgelockert wären. — Ganz dasselbe ist auch die Folge der Verletzungen des Gefühlsnerven für die Lungen und den Magen, oder des sogenannten „herumschweifenden" Nerven (N. Vagus oder 10ten Nervenpaars), der auch mit den Gangliennerven aufs Innigste verflochten ist. — Ich kann nicht umhin, Ihnen einen hieher gehörigen Fall mitzutheilen. In der hiesigen medicinischen Gesellschaft berichtete Jemand, er habe in der Leiche einer Frau, die plötzlich gestorben war, eine Erweichung und Berstung der Magenhäute gefunden, dann aber ganz zufällig oben am Halse eine überaus harte Geschwulst bemerkt, sie eingeschnitten, und darin, zu seinem nicht geringen Erstaunen, einen runden Stein, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, im Zellgewebe liegen getroffen. Es muß dieser Stein wahrscheinlich einmal verschluckt worden sein, und durch Schwärung sich durch die Speiseröhre

den Weg gebahnt haben. Ob jedoch dieses sonderbare Ereigniß sonst mit dem Magenleiden in irgend einer Verbindung gestanden, wußte er weiter nicht anzugeben. Das Präparat wurde umhergezeigt und kam somit auch an unsern verstorbenen Prof. Jacobson, der uns von seinem scharfen Blicke so manche Beweise gegeben. Es dauerte nur einige Augenblicke, so hatte er mit seinem Taschenmesser beide Lungenmagennerven vollständig entblößt, und es lag ganz klar vor, daß der eine von der Lage des Steins ab bis an den Magen angeschwollen und kränklichen Ansehns war.

Sie werden mich nun schon verstanden haben, daß das kränkliche Ansehn dieses Nerven nicht ohne ein entsprechendes Leiden des mit ihm verwebten Ganglienнerven gedacht werden kann, wahrscheinlich sogar hauptsächlich ihm angehört hat. Also müssen wir überhaupt annehmen, daß dieser Nerv einen wesentlichen Einfluß aufs Ernährungsleben ausübt. Es mögen hierzu besonders die sehr feinen Nervenröhren dienen, woraus der Ganglienнerv größtentheils besteht, während seine stärkeren Grundröhren als vom Rückenmark stammende Gefühls- und Bewegungsfäden zu betrachten sind.

h. Bau der Centraltheile im Allgemeinen.

Mit den eigentlichen Nerven wären wir somit fertig. Als Schlußresultat sei es nur noch einmal ausgesprochen, daß sie also sämmtlich für Leitungsröhren der Nervenkraft zu halten sind, und daß unter ihnen zuvörderst die fürs Ernährungsleben bestimmten Grundröhren zu unterscheiden sind; dann unter den übrigen wiederum die Gefühls- und Bewegungsröhren — oder richtiger die „centripetalen“, d. h.: die nach Innen leitenden, und die „centrifugalen“ oder nach Außen leitenden — einander entgegenzustellen. An und für sich

sind diese Unterscheidungen leicht aufzufassen, weil sie ganz bestimmt und scharf in der Natur des Nervenlebens begründet sind; in der Praxis jedoch verhält es sich anders, indem namentlich die Gefühls- und Bewegungsröhren sich ganz ähnlich sehen, und mit einander sowohl, wie auch mit den organischen Nerven aufs Vielfältigste verwebt sind.

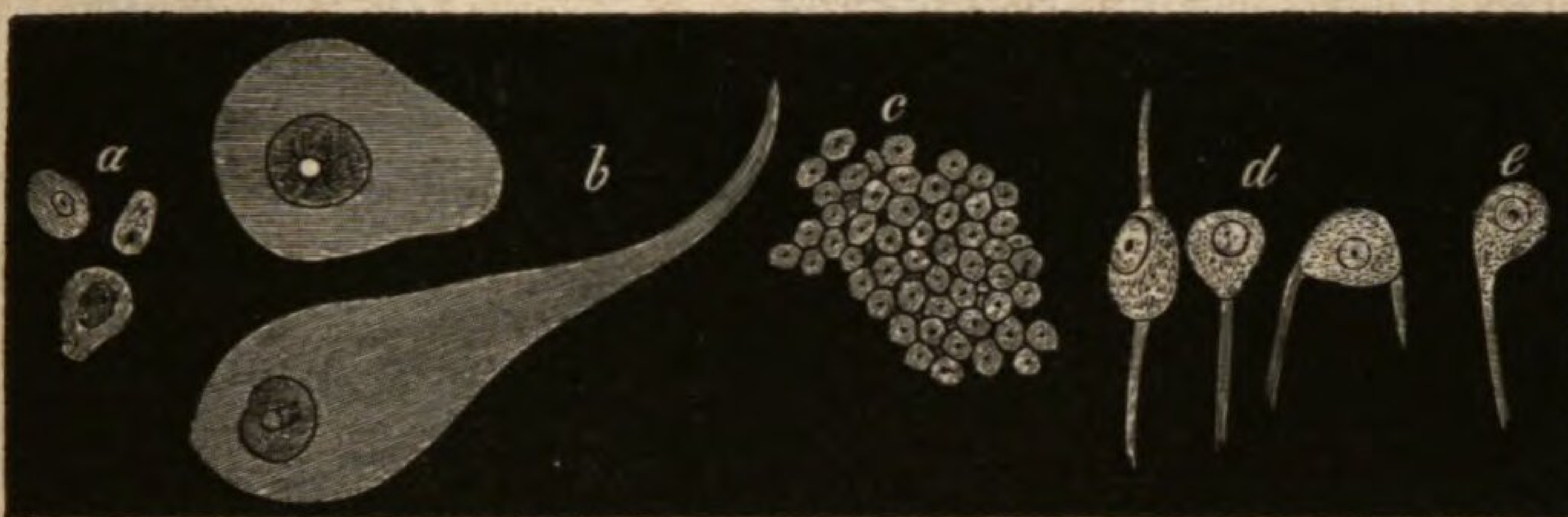
Weit schwieriger ist nun aber die Aufgabe, deren Lösung jetzt bevorsteht. Die Nerven sind ins Gesammt nur Leitungsröhren; nicht in ihnen geht das recht eigentliche Nervenleben von statten, vielmehr in den Centraltheilen. Wie sind denn diese Centraltheile gebaut? wie wirken sie? Auf die erste dieser Fragen scheint eine befriedigende Antwort durch die Arbeiten mehrer ausgezeichneten Forscher um jedes Jahr uns näher zu rücken; auf die zweite liegt sie immer noch in einer nicht zu berechnenden — wir wollen hoffen, nicht unendlichen — Ferne.

Von Centraltheilen des Nervensystems, wissen Sie, haben wir erst die Ganglien als Centra für das organische Nervenleben, dann das Rückenmark und das Gehirn als Centra für das eigentlich animale Leben. Hier wollen wir sie erst im Allgemeinen ins Auge fassen.

Die Centraltheile des Nervensystems bestehen selbst noch aus sehr vielen Grundröhren, offenbar indem die Nervenleitung auch noch in ihrem Innern fortbesteht; außerdem aber bestehen sie aus Elementartheilen, die davon ganz verschieden sind, nämlich aus Zellen, „Nervenzellen", unter welchen man immerhin noch Ganglienzellen, Gehirnzellen und Rückenmarkzellen unterscheiden mag. In diesen Nervenzellen müssen wir die eigentlichen Mittelpunkte des Nervenlebens suchen. Die kleinsten sind kleiner noch als Blutkörperchen; die größten schon groß genug, um dem unbewaffneten Auge kenntlich zu werden, nämlich $\frac{1}{20}'''$ (an gewissen Stellen des Gehirns

und Rückenmarks). Verschiedene Formen dieser Nervenzellen lege ich Ihnen in der beigefügten Abbildung vor.

63.



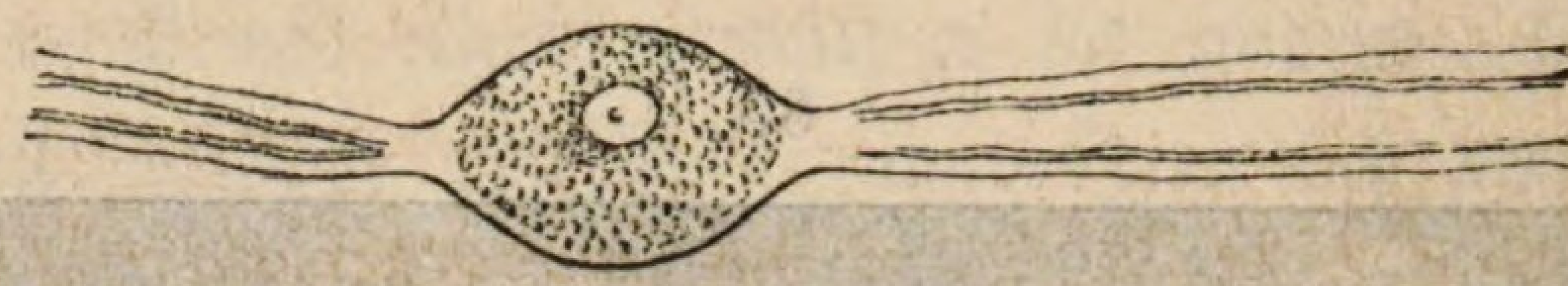
Die Abbildung zeigt, daß die kleinsten sich wie einfache Zellenkerne ausnehmen, die allermeisten jedoch als vollständige Zellen, deren Kern noch mit einem Kernkörperchen versehen ist; ferner daß einige in eine oder zwei Röhren sich verlängern. Der Zelleninhalt ist fast durchgängig mehr oder weniger, oft sogar sehr stark gefärbt, und dadurch erscheint jede Anhäufung von Nervenzellen als eine gefärbte, meist graue Masse, wie sie denn früher ganz gewöhnlich als solche bezeichnet worden. Von jenen Verlängerungen mancher Nervenzellen hat, wenn ich nicht irre, zuerst (1842) unser ausgezeichneter Mikroskopist, mein verehrter Freund, Dr. Hannover, die Behauptung aufgestellt, daß sie die eigentlichen Enden oder Ursprünge der Grundröhren seien, was jetzt für die eben abgebildeten, einfacheren Zellen auch allgemein angenommen wird, und

---

Fig. 63. Nervenzellen vom Gehirn. (Nach Hannover in den Schriften der Königl. dän. Gesellsch. d. Wissensch. 10 Th. 1843.) 340 mal vergrößert. a—d vom Gehirn des Menschen. a: an der Oberfläche des großen Gehirns; b: an der Oberfläche des kleinen Gehirns; c: ebendaselbst unter den vorigen; d: aus der Zirbeldrüse (glandula pinealis). e: Zelle aus dem Riechkolben vom Barsch, in eine Grundröhre des Geruchsnerven verlängert.

zwar so, daß die äußere Hülle der Nervengrundröhren in

64.



die der Nervenzellen übergeht. Werfen wir jetzt noch einen Blick auf die großen Zellen im Gehirn und Rückenmark! Ihr stark gefärbter, mitunter schwarzer Zelleninhalt ist meist an einer Stelle im Innern angehäuft. Viele von ihnen haben 6—8 oder wohl gar mehre Verlängerungen, die sich wiederum verzweigen, ohne daß es bis jetzt möglich gewesen, diese überaus zarten Theile bis an ihr letztes Ende zu verfolgen. Von manchen ausgezeichneten Forschern wird es angegeben, daß davon wenigstens einzelne in ihrem ferneren Verlaufe selbst als Grundröhren auftreten, während die übrigen wahrscheinlich als Verbindungsäste der einzelnen Ganglien dienen. Die Angabe hat sehr viel für sich. Ihr zufolge würde die Leitung im Centralorgane selbst, nicht weniger als überall sonst im Körper, vielleicht nur mittelst markiger Röhren zu Wege gebracht werden. Wie sich

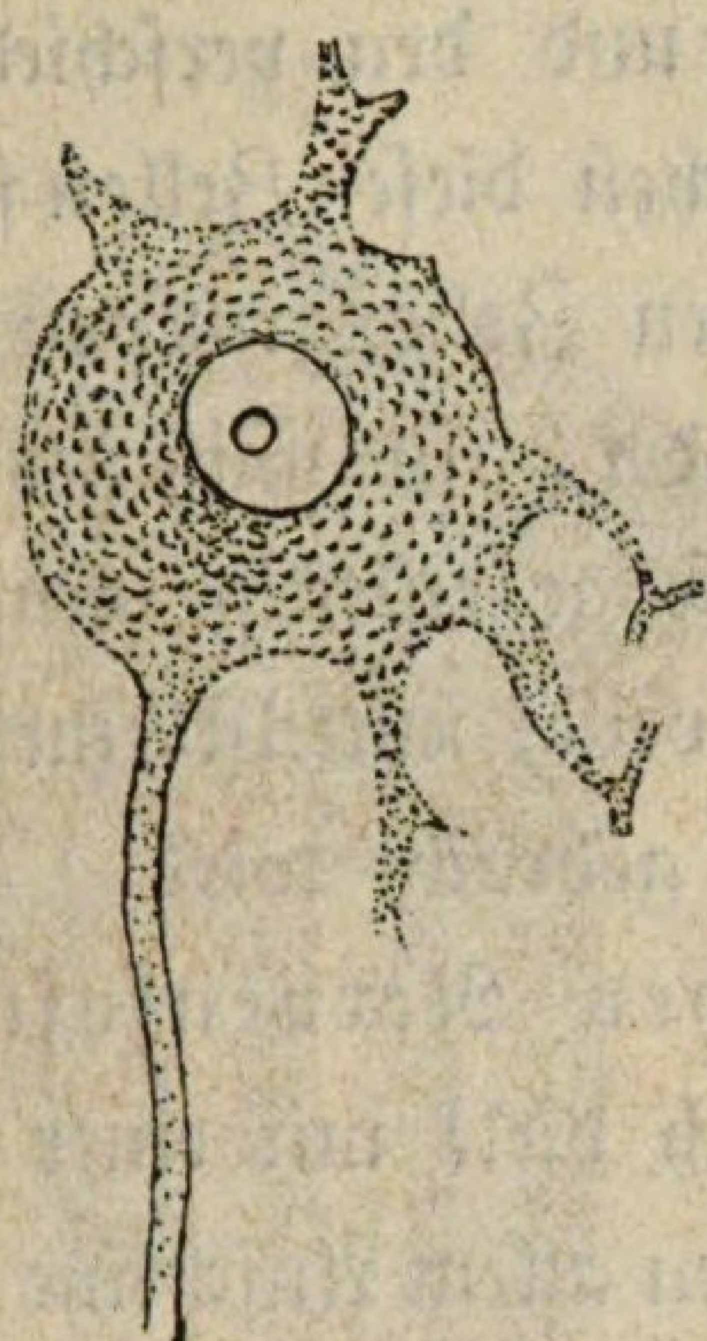
65.



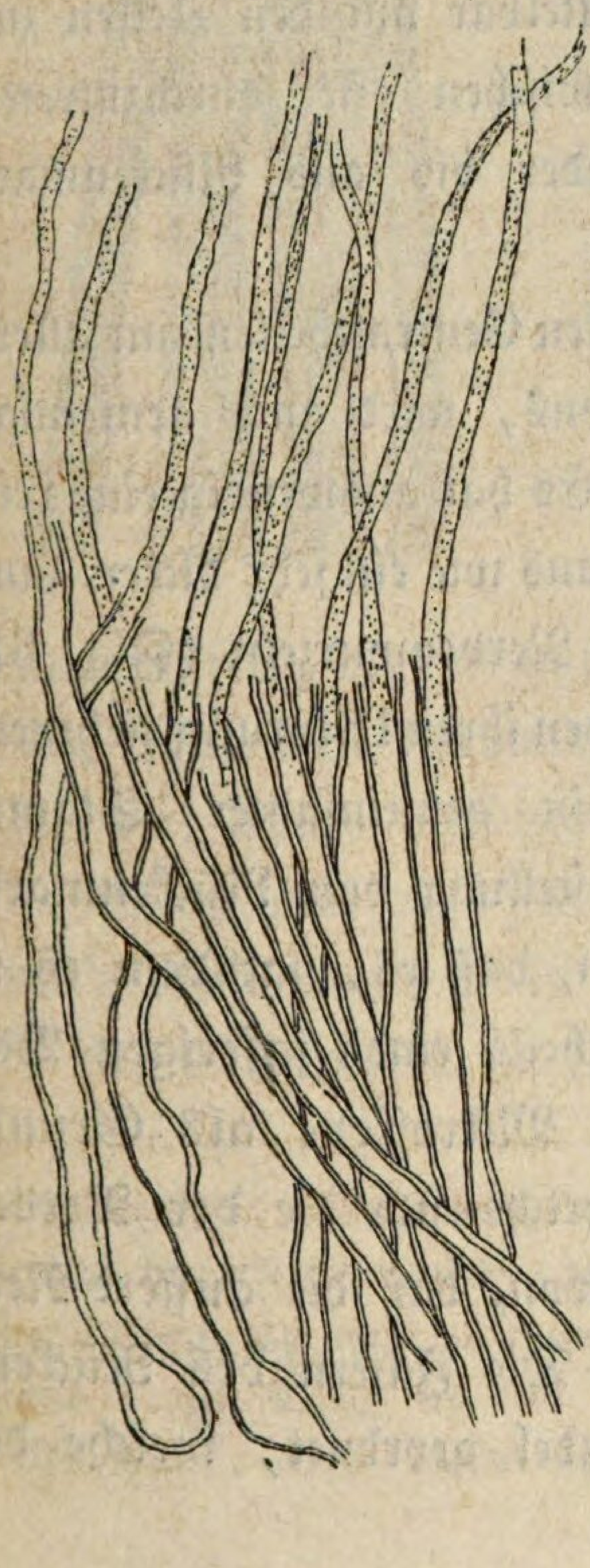
Fig. 64. Nervenzelle, an zwei entgegengesetzten Seiten in eine Nervengrundröhre auslaufend, aus dem Ganglion an einem Rückenmarksnerven vom electrischen Rochen. (Nach Rud. Wagner in seinem Handwörterbuch der Physiologie. Pag. 4. 1846).

Fig. 65. Sehr große Nervenzellen mit großem Kern und Kernkörperchen aus der substantia spongiosa unter dem 4ten Ventrikel im Gehirn des Menschen. 340 mal vergrößert. (Nach Hannover in den Schrift. d. königl. dän. Gesellschaft d. Wissenschaften. 10 Th. 1843. Tab. 2).

66. a.



66. b.



namentlich der hochverdiente Prof. Rudolph Wagner in Göttingen das Verhältniß denkt, wird Ihnen aus der beistehenden Abbildung hervorgehen. Seinen Untersuchungen zufolge steht der innere Theil des Nervenmarks (von Dr. Remak in Berlin entdeckt und als „Achsencylinder" bezeichnet) mit dem Zelleninhalte in ununterbrochenem Zusammenhange. Andere gewichtige Stimmen, unter denen namentlich Prof. Kölliker's wohl den ersten Rang behauptet, haben sich jedoch gegen die unmittelbare Verbindung der Grundröhren und der Zellenäste erhoben, und die Wagner'sche Angabe darf demnach noch nicht für erwiesen gelten.

Fig. 66. a. Nervenzelle aus dem electrischen Lappen des Gehirns vom electrischen Rochen. Der untere Zweig geht in eine „punktirte" Faser über.

Fig. 66. b. Eine Anzahl Grundröhren, aus ebendemselben Gehirnlappen entspringend. Nach oben hin verliert sich die äußere Scheide, und die Grundröhren erhalten die größte Aehnlichkeit mit jener punktirten Faser der Zelle a. (Beide Figuren nach Rud. Wagner in seinem Handwörterbuche der Physiologie. Fig. 43 und 45).

Wenn es nun jedenfalls nicht zu bezweifeln ist, daß einerseits zwischen den Nervengrundröhren und den verschiedenen Zellen der Centraltheile, andrerseits zwischen diesen Zellen selbst, und dann noch zwischen den verschiedenen Zellengruppen eine gewisse gegenseitige Einwirkung stattfindet, so muß es also noch dahin gestellt sein, in wie fern diese gegenseitige Einwirkung in der Regel, oder nur ausnahmsweise, mittelst einer unmittelbaren Röhrenverbindung zu Wege gebracht wird.

Die Ganglien des organischen Nervensystems enthalten meist einfache Zellen, aber auch viele mit einer oder zwei Verlängerungen, und aus diesen haben allem Anscheine nach die recht eigentlich dem Ernährungsleben gehörigen Nervenröhren ihren Ursprung. Die meisten Nervenröhren jedoch scheinen in den Ganglien nicht unmittelbar mit den Zellen zusammenzuhängen, sondern nur zwischen sie durchzutreten um darauf an andere Ganglien oder bis ans Rückenmark weiter zu schreiten.

Das Rückenmark hat von allen Centraltheilen am allerwenigsten das Ansehn eines Ganglions, wird auch gemeiniglich nicht als ein solches betrachtet. Es hat auswendig eine rein weiße Farbe und nimmt sich ungefähr aus wie ein sehr dicker, langer Nervenstamm, aus welchem jene Nervenwurzeln (Fig. 61, Pag. 255) an jeder Seite in zwei Reihen ihren Ursprung nehmen. Es stellt sich also zunächst als ein gemeinsamer Stamm sämmtlicher Nerven dar. Diese Vorstellung vom Rückenmarke scheint auch dadurch sich zu bestätigen, daß es, nachdem es in Weingeist erhärtet worden, größtentheils einen faserigen Bau zeigt, und seine Fasern unter dem Mikroskope als Grundröhren sich zu erkennen geben, in welche sich die der Nerven unmittelbar verlängern, abgesehen davon, daß die äußere Nervenhülle beim Uebergange wegfällt. Die Fasern des Rückenmarkes sind nun auch noch in Bündel geordnet, welche der

eben genannten Ansicht gemäß eben so viele Nervenstämme sein würden. An dem oberen Theile des eigentlichen Rückenmarkes (a) werden Sie gewahr, daß die mittleren Stränge sich von einer Seite zur anderen kreuzen, etwa wie die Finger zweier gefaltenen Hände. Von dieser Stelle an schwillt das Rückenmark etwas an, und erhält hier (b) den Namen „das verlängerte Mark" (medulla oblongata). An der vorderen (oder unteren) Fläche von diesem zeigen sich vier Erhöhungen, von denen die mittleren „die Pyramiden", die äußeren die Oliven genannt werden. Nach vorn stößt dies verlängerte Mark an einen Gehirntheil (c), den man die Brücke (Pons Varolii) nennt. Diese sogenannte Brücke besteht zunächst ihrer freien Fläche aus Querfasern, etwas tiefer aber aus Längenfasern, die eine unmittelbare Fortsetzung jener sich gegenseitig kreuzenden Pyramidalstränge sind, und nach vorn hin sich noch viel weiter fortsetzen.

67.



Wäre nun diese sich zuerst darstellende Ansicht vom Rückenmarke die richtige, so ist es klar, daß es im Grunde gar nicht als ein Centraltheil zu betrachten sei, sondern vielmehr eben

---

Fig. 67. Darstellung des faserigen Baues vom obersten Theile des menschlichen Rückenmarkes. Volle Größe. (Nach Longet: Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertébrés. Tome 1. pl. 2. fig. 4). a: oberster Theil des Rückenmarkes; b: verlängertes Mark; c: die Brücke (pons Varolii).

nur als der Hauptstamm fast sämmtlicher Nerven des Körpers. Daß die Ansicht jedoch nicht genüge, ergiebt sich bereits aus seiner Form, und dann noch aus seinem Bau. Für die Nerven gilt dieselbe Regel wie für die Gefäße im Allgemeinen, daß sie in demselben Verhältniß, wie ihre Zweige abtreten, auch in der Dicke abnehmen, was ja gerade für die Nerven um so natürlicher ist, indem sie eben nur Bündel von Grundröhren sind, ihre Dicke folglich im Verhältniß zur Anzahl derselben stehen muß. Am Rückenmarke aber findet ein solches Verhältniß nicht statt. Es ist in der Lendengegend dicker noch als in der Brustgegend, und überhaupt überall etwas angeschwollen, woselbst zahlreiche Nerven entspringen. Hinsichtlich des Baues besteht das Rückenmark auch keinesweges bloß aus Nervenröhren. In seinem Innern liegt eine Ansammlung von einer grauen Masse, die viele Nervenzellen enthält und sich an beiden Seiten vorn und hinten wie mit zwei Flügeln in die weiße Nervenmasse einschiebt. Dieser Bau stimmt offenbar mehr mit dem der Ganglien, als mit dem der Nervenstämme überein.

Wir müssen auch hier wiederum zu den Vivisectionen unsere Zuflucht nehmen.

i. Das Rückenmark als Leitungsorgan.

Versuche am Rückenmarke lebender Thiere haben zum Theil Resultate geliefert, die der Ansicht, daß es nur der Hauptstamm aller Gefühls- und Bewegungsnerven sei, überaus günstig sind.

Wir wissen, daß wenn ein Nervenstamm im Allgemeinen durchgeschnitten ist, so wird in demselben Augenblicke jeder Theil, der daraus seine Gefühls- und Bewegungsnerven bezieht, gefühllos und lahm. Dasselbe gilt nun allerdings hinsichtlich der Durchschneidung des Rückenmarkes. Wird z. B.

das Rückenmark eines Frosches etwa in seiner Mitte quer durchgeschnitten, so zeigt sich von demselben Augenblicke an die hintere Hälfte des Körpers dem Bewußtsein und der Willkühr des Thieres gänzlich entzogen. Das Thier vermag noch zu kriechen, jedoch nur mit den Vorderbeinen, während der Hinterkörper wie ein fremder, angeklebter Theil mit fortgeschleppt wird; und auf diese Weise sucht es zu entfliehen, wenn man den Vorderkörper, nie aber wenn man den Hinterkörper auf die eine oder andere Weise reizt. Daß es sich unter ähnlichen Verhältnissen mit dem menschlichen Körper eben so verhält, ist durch vielfältige Erfahrungen bestätigt, nicht nur wenn das Rückenmark durch eine Schuß- oder Stichwunde verletzt worden, sondern häufiger noch wenn es von einer Blutansammlung gedrückt wird, die von der Berstung eines inneren Gefäßes entstanden. — Da die Gefühls- und Bewegungsröhren, sonst in den Nerven so innig verbunden, gerade bei dem Ein- und Austreten in und aus dem Rückenmarke sich als hintere und vordere Nervenwurzeln scheiden (Fig. 60), so muß man im voraus vermuthen, daß ihre Sonderung auch noch im Rückenmarke beibleibe, und zwar so, daß die Gefühlsröhren auf der hinteren, die Bewegungsröhren auf der vorderen Seite des Rückenmarkes gelagert sind; und nehmen wir fortwährend noch ein solches Centrum nur im Gehirne an, so müssen die hinteren Stränge des Rückenmarks als ein Stamm aller Gefühlsnerven, die vorderen als ein Stamm aller Bewegungsnerven sich darstellen. Directe Versuche sind einer solchen Vorstellung im Ganzen genommen günstig. Jede Einwirkung auf die hintere Fläche des Rückenmarkes ruft gewaltsame Schmerzen hervor, und wenn die Berührung oder Verletzung des vorderen Theils vom Rückenmarke kaum irgendwann ganz schmerzlos sich gezeigt, so möchte dies wohl aus Nebenumständen zu erklären sein, namentlich

aus der kaum zu vermeidenden gleichzeitigen Einwirkung auf die Gefühlsorgane. Auf der zuletzt gegebenen Abbildung (Pag. 271) zeigte sich eine theilweise Durchkreuzung der vorderen Rückenmarksstränge, wodurch die Bündel der rechten Seite zum Theil auf die linke, die der linken auf die rechte hinübertraten. Eine entsprechende Kreuzung ist auch noch an den übrigen Bewegungssträngen in der Tiefe des Rückenmarkes nachgewiesen worden, und also wird es erklärt, daß Lähmungen als Folgen von Gehirnverletzungen sich in der Regel auf der entgegengesetzten Seite des Körpers zeigen.

l. Das Rückenmark als Ganglien.

Durch die eben genannten Erfahrungen wäre es also entschieden, daß das Rückenmark im Verhältniß zum Bewußtsein als eine Hauptbahn der ganzen Nervenleitung in der einen wie in der andern Richtung dient. Daß nun aber die Nervenleitung durchs Rückenmark dennoch eine andere Bedeutung hat, als die durch einen Nervenstamm im Allgemeinen, werden wir bald gewahr, so wie wir einen solchen Körpertheil, der nur noch mit dem Rückenmarke, nicht mit dem Gehirne in Verbindung steht, etwas genauer ins Auge fassen.

Es wurde Ihnen angegeben, daß wenn das Rückenmark eines lebenden Thieres etwa in der Mitte quer durchgeschnitten ist, so erscheint damit zugleich die ganze hintere Hälfte des Körpers dem Bewußtsein des Thieres entzogen. Sie zeigt sich lahm, indem sich das Thier beim Fortkriechen nur des Vorderkörpers bedient; und sie zeigt sich gefühllos, indem das Thier sich durch Reizung des Hinterkörpers nicht zum Fortkriechen bringen läßt. Allein dennoch verhält sich der Hinterkörper nicht ganz passiv dabei. Es treten Zuckungen in ihm hervor, und zwar nicht nur in denjenigen Muskeln, worin sich die eben gereizten Nerven vertheilen, oft vielmehr ganz allgemein, sogar an beiden

Seiten des Körpers; und noch dazu erscheinen die Zuckungen durchgängig als durchaus zweckmäßige Bewegungen, um den äußeren Reiz abzuwehren — wenngleich der Vorderkörper dabei, wie gesagt, ganz ruhig verbleibt, in der That als ob das Ganze in einem fremden Körper vor sich ginge. Dem Anscheine nach sollte man glauben, durch jenen Querschnitt des Rückenmarkes wäre ein Theil des Körpers einem gesonderten, dunkeln Bewußtsein unterworfen worden.

Nehmen wir 'mal an, der Querschnitt durchs Rückenmark wäre weiter nach dem Gehirne hin geschehen! Die eben genannte auffallende Erscheinung giebt sich alsdann in einem verhältnißmäßig größeren Theile des Körpers zu erkennen, und kaum brauche ich es auszusprechen, daß wenn der Schnitt dicht am Gehirne selbst vorgenommen — oder mit andern Worten, wenn das Gehirn selbst abgetrennt worden, so wird sich die Erscheinung im ganzen Rumpfe zeigen, bei Säugethieren jedoch nur, wenn dabei Vorsorge getroffen, daß der Blutverlust aus den gleichzeitig durchgeschnittenen Gefäßen nicht gar zu bedeutend ist. Dergleichen Erfahrungen lassen sich nun jedesmal machen, wenn ein lebendiger Fisch zerschnitten, oder ein Huhn geschlachtet wird. Allgemein bekannt ist das beim ersten Anblicke mitleiderregende Aufspringen der einzelnen Stücke z. B. eines zerschnittenen Aales. Sie werden es jedoch schon erachten, daß diese Bewegungen durchaus nicht für Zeichen einer schmerzlichen Empfindung des Aales gelten können. Es ist über jeden Zweifel erhoben, daß das Bewußtsein des Fisches damit eben so wenig zu thun hat, als das eines Frosches mit querdurchgeschnittenem Rückenmark mit den Zuckungen seines Hinterkörpers.

Von den Versuchen, wodurch man sich von der verschiedenartigen Bedeutung der vorderen und hinteren Nervenwurzeln überzeugt, hieß es oben, daß sie sich auch noch an

einem enthaupteten Körper anstellen lassen — dies wird Ihnen jetzt ganz klar sein. Und wenn ich vermeine, daß den Versuchen dadurch das Grausame ganz benommen ist, so werden Sie mir auch wohl hierin Recht geben, denn in der That verdient die Verletzung eines enthaupteten Rumpfes nie grausam genannt zu werden.

Eine andere Erläuterung aus diesen Mittheilungen dürfte für Sie von noch größerem Interesse sein. Sie betrifft eine Frage, die nicht nur die Physiologen, sondern auch die Philanthropen außerhalb des ärztlichen Standes vielfach beschäftigt hat, die Frage nämlich, ob nach der Enthauptung eines Menschen das Bewußtsein und das Gefühl vom Schmerze noch vorhanden sein könne oder nicht? In wie fern es darauf beruhen solle, ob eine solche Todesstrafe überhaupt zuläßig sei oder nicht, muß hier ganz dahin gestellt werden. Nur auf die Frage an und für sich, und zwar in rein physiologischer Hinsicht, können wir eingehen. Es muß denn vor Allem ausgesprochen werden, daß jeder Versuch, den man darüber anstellen möchte, an dem Kopfe, nicht an dem Rumpfe anzustellen ist. Daß sich an den Armen und Beinen eines Enthaupteten Zuckungen zeigen, besonders wenn sie absichtlich auf irgend eine Weise, und zumal durch den Galvanismus gereizt werden, ist so ganz in Uebereinstimmung mit dem, was sich aus den unzähligen Versuchen an Thieren ergeben hat, daß in der That wohl nur zu fragen ist, weswegen es sich so selten, und dann meist so schwach gezeigt? Darauf liegt denn aber auch die Erklärung gleich an der Hand, die nämlich, daß der Blutverlust in demselben Augenblicke so sehr bedeutend ist. Daß nun dergleichen Zuckungen im Rumpfe des Enthaupteten keineswegs Ausdrücke eines bewußten Gefühls ist, braucht kaum mehr erwähnt zu werden. Das Bewußtsein, das nach einer Enthauptung möglicherweise noch vorhanden sein könnte, müßte

jedenfalls im Kopfe zu suchen sein; und daß es hier auch für einige Augenblicke noch zu finden sei, ist an und für sich zwar nicht unmöglich, jedoch im höchsten Grade unwahrscheinlich, indem die Erfahrung lehrt, daß jeder auch weit geringere Blutverlust aus den Schlagadern des Gehirns augenblicklich eine Ohnmacht mit vollständiger Bewußtlosigkeit mit sich führt.

Wie lassen sich nun die erwähnten Erscheinungen mit den oben aufgestellten Sätzen in Einklang bringen, daß auf der einen Seite die Nerven durchaus gesonderte Leiter der in ihnen sich geltend machenden Kraft sind, und daß auf der andern Seite der Sitz des Bewußtseins einzig und allein im Gehirne zu suchen ist? Die Lösung dieser Frage scheinen mehre Physiologen aufgegeben zu haben, indem sie die Erscheinungen entweder dadurch erklären, daß die Nervenisolation im Rückenmarke weniger vollkommen, namentlich weil die Nervenröhren dort ihre äußere, sehnige Hülle abgelegt haben — oder dadurch, daß das Bewußtsein auch noch im ganzen Rückenmarke vertheilt sei und durch jene Verletzungen förmlich getheilt werde. Indessen lassen sich doch jene, wie auch alle übrige analoge Erscheinungen mit den aufgestellten Hauptsätzen der Nervenphysiologie vollkommen wohl in Uebereinstimmung bringen, und zwar auf folgende Weise.

Das Rückenmark ist selbst als ein Ganglion zu betrachten, wenn auch die Anzahl der durchtretenden Grundröhren größer sein mag, als in den mehr peripherisch gelegenen Ganglien. Es ist aber hauptsächlich ein Ganglion für die Nerven des animalen Lebens. So wie sämmtliche rein organische Lebensäußerungen den peripherischen Ganglien, so ist das Detail des Gefühls größtentheils, das der willkührlichen Bewegungen ausschließlich, dem Rückenmarke überlassen. Dem Gehirne wird das Detail des Gefühls nur eben von der Hautoberfläche zugeführt; die

willkührlichen Bewegungen gehen nur in ihrer Gesammtheit von ihm aus.

Von dem Innern unserer Muskeln und, mit Ausnahme der Sinnesoberflächen, von allen Organen des animalen Lebens überhaupt empfangen wir kaum deutlichere Eindrücke als von den Eingeweiden im Allgemeinen; über die einzelnen Muskeln, geschweige deren einzelnen Fasern und Grundfasern, unmittelbar zu gebieten, ist uns nicht beschieden. Physiologisch ist es demnach offenbar, daß die entsprechenden Grundröhren nicht bis an den Sitz des Bewußtseins gelangen, nicht aus ihm entspringen. Im Rückenmarke haben sie jedenfalls im physiologischen Sinne ihr Ende oder ihren Ursprung. Das Rückenmark ist es, das jene Gefühlsgrundröhren unmittelbar aufnimmt; aus ihm, daß die Bewegungsröhren unmittelbar ausgehen, oder jedenfalls zunächst erregt werden. Es liegt in der Organisation des Rückenmarks, auf jede Einwirkung augenblicklich auf eine bestimmte Weise zurückzuwirken. Im normalen, voll entwickelten Zustande wird dies allerdings meistens abgewehrt, indem das Rückenmark die Einwirkung von außen erst mehr oder weniger vollständig dem Gehirne mittheilt, und jede Muskelbewegung im Gebiete des animalen Lebens dem Befehle des Gehirns unterwirft. Jedoch steht das Rückenmark dermaßen immer, so zu sagen, auf dem Sprunge eines Theils auf ganz unbedeutende äußere Reize, besonders an den Schleimhäuten im Allgemeinen, zurückzuwirken, andern Theils die leisesten Regungen des Gemüths durch bestimmte Stellungen und Bewegungen auszudrücken, daß das Gehirn ununterbrochen auf seinem Posten sein muß, um dergleichen nicht gewollte Bewegungen zu verhindern.

m. Unwillkürliche Bewegungen im Allgemeinen.

„Was macht es, daß mein Herz in ununterbrochenem Takte fortschlägt, ohne daß ich es daran hindern könnte, meine

Gliedmaßen in ihren Bewegungen meinem Gebote mit Blitzesschnelle gehorchen?" Nur indirect wurde die erste Hälfte dieser Frage bereits oben (Pag. 246) beantwortet. Jetzt erst sind wir dahin gelangt, sie direct beantworten zu können, und zwar folgendermaßen. Es beruht nämlich darauf, daß die Herznerven Ganglien angehören, die nur in schwacher Verbindung mit dem Rückenmarke, in gar keiner mit dem Gehirne stehen. Die Ganglien der Herznerven liegen zum Theil in der Umgegend des Herzens, zum Theil sogar in den Herzwänden selbst — deswegen kann sich das Herz, wie wir dies gesehen haben, auch noch nachdem es aus dem Körper ausgeschnitten und entleert ist auf äußere Reize zusammenziehen.

Auf eine ganz entsprechende Weise verhält es sich nun, wie Sie schon erachten werden, mit den unwillkührlichen Bewegungen anderer Organe des vegetativen Lebens. Ob sie, aus dem Körper frisch geschnitten, noch auf äußere Reize allgemeine Zuckungen äußern, oder nicht, hängt ganz davon ab, ob deren Nerven mit ihren Ganglien noch in Verbindung stehen, oder davon getrennt worden.

Die Nerven der inneren Organe stehen durchgängig, entweder unmittelbar oder vermittelst ihrer Ganglien, mehr oder weniger mit dem Rückenmarke, dem großen Mittelganglion des Thierorganismus, in Verbindung. Die Reize auf diese Organe können dadurch, selbst wenn das Individuum sich ihrer gar nicht bewußt wird, allgemeine Krämpfe hervorrufen, und in der Mehrzahl der Fälle vermag das Individuum dergleichen unwillkührliche Bewegungen gar nicht abzuwehren. In manchen anderen Fällen jedoch ist dies mehr oder weniger der Fall, offenbar durch den gebieterischen Einfluß des Gehirns aufs Rückenmark. Wir wollen von dergleichen Fällen einige Beispiele zur näheren Beleuchtung hervorheben.

Es wird Ihnen Allen sattsam bekannt sein, daß die Pupille im Auge, je nachdem ein stärkeres oder schwächeres Licht ins Auge fällt, kleiner oder größer wird, was namentlich dadurch geschieht, das der breite, gefärbte Ring: die Iris oder die Regenbogenhaut, entweder breiter oder schmäler wird, denn die Pupille ist eben nur die runde Oeffnung dieses Ringes. Dazu ist nun die Regenbogenhaut mit einem doppelten Systeme von Muskelfasern, und jedes derselben wiederum mit Zweigen aus einem besonderen Bewegungsnerven versehen. Die Regenbogenhaut hat aber auch ihre Gefühlsnerven, die aus dem Antlitzgefühlsnerven (5ten Paare) stammen. Wenn nun ein stärkeres Licht ins Auge fällt, und sich darauf die Iris — ohne daß wir selbst das Geringste davon wissen — augenblicklich zusammenschnürt, so wird man von vorn herein vielleicht annehmen, daß dies durch den unmittelbaren Reiz des Lichtes auf diesen häutigen Ring geschieht. Daß jedoch diese Erklärung unrichtig ist, läßt sich leicht erweisen. Wenn nämlich der Sehnerv beschädigt worden, oder überhaupt der Gesichtssinn eingebüßt ist, dann wird auch nicht das allerstärkste Licht eine Verkleinerung der Pupille hervorrufen, und gerade daran hat der Arzt das beste Kennzeichen einer wahren Blindheit (eines „schwarzen Staars": Amaurosis). Man möchte wiederum annehmen, daß vielleicht auch die Iris gelähmt sei; allein, wenn das andere Auge an dem Leiden unbetheiligt ist, und das Licht darin hinein fällt, so zieht sich nicht nur seine Pupille, sondern auch noch die des blinden Auges zusammen. Als einzige stichhaltende Erklärung der schönen Mechanik, wodurch sich das Innere des Auges dem Lichte im Verhältniß zu dessen Stärke eröffnet, bleibt also nur folgende übrig. Vom Sehnerven wird der Lichtreiz einem Hirnganglionpaare, Vierhügel genannt, von diesem wiederum einem Ganglion des verlän-

gerten Markes mitgetheilt, und zwar dem Ganglion woraus die beiden Bewegungsnerven (3tes Paar) für den Schnürmuskel der Iris ihren Ursprung haben.

Nehmen wir ein anderes Beispiel! Wenn man durch eine Auflösung von Tartarus emeticus ein Erbrechen erweckt, so stellt sich die Erklärung anscheinend ganz handgreiflich: daß dieser in größeren Gaben giftigwirkende Bestandtheil den Magen dermaßen reizt, daß er sich kräftig zusammenzieht, um das Eingenommene wieder auszustoßen. Gegen diese Erklärung lassen sich nun aber zwei sehr entscheidende Einwürfe machen. Der eine, daß dasselbe Mittel in einer weit geringeren Dosis auch noch weit schneller wirkt, wenn man es gar nicht in den Magen, sondern unmittelbar ins Blut hineinthut; und der andere, daß beim Erbrechen der Magen sich selbst ganz passiv verhält, und seine Entleerung nur die Folge eines plötzlichen gewaltsamen Druckes von Seiten des Zwerchfells und der Unterleibsmuskeln ist, wie dieses sogar durch einen an und für sich sehr häßlichen Versuch bewiesen worden, indem man nämlich einem lebenden Thiere den Magen ausgeschnitten, statt dessen eine mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllte Schweinsblase an die Speiseröhre befestigt, die Unterleibswunde zusammengenäht, und darauf eine kleine Dosis Brechweinstein in eine Vene eingebracht hat. In diesem Falle, wie in allen übrigen, wirkte der ins Blut aufgenommene Brechweinstein auf das Rückenmark, von wo aus die gleichzeitige Zusammenziehung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln hervorgerufen wurde.

Erwähnen wir nur noch ganz kurz das Niesen und den Husten. In diesen beiden Erscheinungen ist es schon an und für sich klar, daß der Reiz durchs Rückenmark geleitet wird; denn sie zeigen sich beide in Muskeln, namentlich den Ausathmungsmuskeln, mit denen die gereizten Flächen nur in

einer sehr mittelbaren Verbindung stehen. Beide Erscheinungen gehören zu denjenigen unwillkührlichen Bewegungen, die man noch einigermaßen in seiner Gewalt hat, indem man sie vielleicht meistens zurückzuhalten vermag. Sie willkührlich hervorbringen, gelingt bekanntlich auch — jedoch wohl selten so vollkommen, daß es vom natürlichen Niesen oder Husten nicht zu unterscheiden sei.

n. Das Rückenmark ohne Einfluß des Gehirns.

Diese letztere Bemerkung führt uns auf eine neue Ansicht vom Rückenmarksleben. Wie auffallend ist es doch, daß auch solche Muskeln, die wir sonst in unserer Gewalt haben, vollständiger und zweckmäßiger wirken können, wenn sie, ohne Einmischung des Gehirns, vom Rückenmarke allein zur Thätigkeit geweckt werden! Was Ihnen vorher von der anscheinenden Zweckmäßigkeit in den Bewegungen der verstümmelten Frösche erzählt wurde, tritt dabei wieder in unserem Gedächtnisse hervor. Sollte denn wirklich ein enthauptetes Thier eine Reihe von zweckmäßigen Bewegungen ausführen können? Gewissermaßen allerdings, namentlich insofern die Bewegungen jedesmal dem angebrachten Reize aufs Vollkommenste entsprechen. Es werden Ihnen die abgeschmackten Belustigungen des römischen Kaisers Heliogabal bekannt sein. Den Straußen schlug er in ihrem vollen Laufe auf der Rennbahn den Kopf ab, und hatte seine Freude dran, daß sie dadurch nicht im Laufe gestört wurden. Ganz ähnliche Erfahrungen lassen sich dann und wann in der Küche machen, und wenn sie hier etwa weniger überzeugend sein sollten, als jene an den Straußen, so rührt es nur daher, daß gerade am Strauß der Kopf verhältnißmäßig kleiner, und der Blutverlust bei der Enthauptung in demselben Verhältnisse geringer ist.

Die Bewegungen, die vom Rückenmarke ohne irgend

einen Einfluß des Gehirns ausgehen, wurden oben als gewissermaßen höchst zweckmäßig bezeichnet. Dies rührt nun offenbar daher, daß sie eben die erste, natürliche Rückwirkung des Organismus darstellen, wobei jede Bedenklichkeit, jedes Hinsehen auf Nebenumstände wegfällt. Wenn man einem Kaninchen etwas Salmiakgeist in die Nase pinselt, zeigt sich das Benehmen des Thieres ziemlich verschieden. Gewöhnlich pflegt es nur den Kopf zu schütteln, sich die Nase zu kratzen, niesen u. s. w.; mitunter aber kann es plötzlich die Geduld verlieren, sich gewaltsam wehren und kämpfen um fortzukommen. Ist nun aber diesem Thiere das Gehirn ausgeschnitten, so fallen selbstfolglich alle dergleichen vom Schwanken der Gemüthsstimmung abhängige Veränderlichkeiten weg. Auf eine und dieselbe Einwirkung ist die Rückwirkung immer eine und dieselbe. Versuche zu entfliehen finden nicht Statt, wohl aber können andere reichlich so starke Rückwirkungen eintreten; wie ich denn einen solchen gehirnlosen Körper habe laut aufschreien hören, als ihm gar zu viel Salmiakgeist in die Nase hineingebracht wurde.

„Doch wozu", werden Sie am Ende fragen, „alle dergleichen Geschichten von verstümmelten Thieren? aus denen man am Ende doch keine Schlüsse ziehen kann, die auch noch auf den Menschen anzuwenden wären". — Glauben Sie das ja nicht! Was hier vorgetragen, ist auch Alles auf den Menschen anwendbar, Alles mehr oder weniger wichtig, um die Lebenserscheinungen unseres eigenen Körpers, um unser eigenes irdische Dasein überhaupt richtig zu deuten. Auch einen gehirnlosen Menschen habe ich zu beobachten Gelegenheit gehabt, und zwar nicht weniger als etwa 36 Stunden lang. Und was ich daran beobachtete, würde ich kaum richtig aufgefaßt, richtig verstanden haben, wenn ich alle genannte Erfahrungen nicht schon voraus gemacht. Der Fall war folgender. Als

ich in den Jahren 1829—41 am hiesigen Accouchementhause angestellt war, wurde einmal ein Kind geboren, dem die Schädeldecke und das ganze Gehirn bis auf das verlängerte Mark vollständig fehlten. „Und wie geberdete sich nun dies Kind?" — Wie alle andere Neugeborene! Schon während der Geburt sah ich seine Gesichtszüge die gewöhnliche Unbehaglichkeit ausdrücken, seinen Mund die gewöhnlichen ersten Saugbewegungen machen. Gleich nach der Geburt, während man es säuberte und kleidete, schrie es mit voller Stimme, und zog die Arme und Beine an — kurzum, es verhielt sich wie ein neugeborenes Kind im Allgemeinen. Das Saugen und Schlucken jedoch schien ihm nicht zu gelingen. Bald sank seine Körperwärme, damit auch seine Kräfte, und es starb in der 36sten Stunde nach der Geburt.

„Läßt sich nun aber auch noch aus einer solchen Mißgeburt etwas auf den gesunden Menschen schließen?" Das sollte ich allerdings meinen! Gerade indem man sieht, was ein Organismus, dem ein bestimmtes Organ fehlt, auszuführen vermag, meine ich, daß man schließen könne, was dieses Organ unter den natürlichen Verhältnissen nicht ausführt. Wenn ein neugeborenes Kind ohne Gehirn sich ungefähr so benimmt, wie die gesunden Neugeborenen, so meine ich, daß man daraus schließen darf, das eigentliche Gehirnleben sei gleich nach der Geburt noch gar nicht angefangen, sämmtliche Lebenserscheinungen — das Schreien und die Bewegungen überhaupt nicht ausgenommen — seien noch ganz bewußtlos und unwillkührlich, das ganze Dasein eben nur was ich als das Rückenmarksleben bezeichnet haben möchte.

Oder sollten Sie vielleicht lieber eine entgegengesetzte Erklärung wählen mögen, als ob am Ende doch dieses „Rückenmarksleben" nicht so ganz unwillkührlich oder unbewußt sei?

Sie würden für diese Meinung auch noch Gewährschaft bei Männern vom Fach aufweisen können; mir scheint sie aber nicht begründet zu sein. Nach Allem, was hier mitgetheilt, werden Sie es mir schon glauben, daß ich viele — sehr viele gehirnlose Thiere zu beobachten Gelegenheit gehabt. Es ist richtig, daß alle Bewegungen dieser verstümmelten Thiere zweckmäßig, dem äußeren Reize ganz entsprechend waren. Lassen wir nun aber einmal jeden Reiz aus! Das Thier liegt oder sitzt alsdann unbeweglich, wie kaum irgendwann sonst ein lebendes Thier — es müßte denn während des Winterschlafes sein. Vom Rückenmarke geht keine Spur von Impuls aus. Erst so wie irgend ein Reiz angebracht, erscheint die regelmäßige, vorher zu berechnende Rückwirkung, etwa wie die mechanischen Bewegungen eines sogenannten „Automaten". Das ist kein Bewußtsein, keine Willkühr! Das sind die Erscheinungen einer Organisation, bestimmt in den Dienst eines Herrn zu treten; ohne Herrn, ohne Bedeutung.

Meiner Meinung nach ist also das Leben gleich nach der Geburt ganz ohne Bewußtsein. Gehirn und Rückenmark waren die Organe, die vor allen andern bei der Entwickelung des Keimes gebildet wurden; das Rückenmark tritt bereits in Thätigkeit in der Mitte des Fötuslebens; das Gehirn erst nach der Geburt, und zwar sehr allmählig. In demselben Verhältniß erhalten dann auch sämmtliche Bewegungen des Körpers einen ganz anderen Character. Sie sind nicht mehr ausschließlich blinde Rückwirkungen auf die äußeren oder inneren körperlichen Reize, wie sie dies am Neugeborenen vielleicht nicht weniger als an den gehirnlosen Thieren und Menschen waren; sind nicht mehr ausschließlich „Reflexbewegungen", wie man die vom Rückenmarke allein, ohne Vermittelung des Gehirns, ausgehenden Bewegungen in neuerer

Zeit benannt hat. Die Herrschaft des Gehirns über das Rückenmark wird noch durchs ganze kindliche und selbst durch das jugendliche Alter immer fester, immer bestimmter; durchs Gehirn wird das Rückenmark in immer strafferen Zügeln gehalten. Die erste unwillkührliche Rückwirkung auf den äußeren Reiz wird zurückgehalten; vom Gehirne geht die Bestimmung aus, ob eine Rückwirkung überhaupt, und dann welche geschehen solle. Man hält es mit Recht für eine Schwäche, wenn ein Erwachsener bei jeder plötzlichen Berührung oder bei jedem starken Laut zusammenfährt oder gar einen Schrei ausstößt. Nur eben wenn die äußere Einwirkung gar zu stark ist, z. B. wenn die Hand oder der Fuß plötzlich in eiskaltes oder sehr heißes Wasser gesteckt wird, mag unser Arm oder Bein sich noch ungehorsam zeigen. Und doch konnte, heißt es, Mucius Scävola seinen Arm ruhig im Feuer halten ohne ein Zeichen des Schmerzes von sich zu geben. Im Allgemeinen also vermag nur der kräftige Mann eine solche Geistesstärke zu zeigen; ausnahmsweise jedoch auch noch ein Kind. Prof. Jacobson hat mir erzählt, daß während er einmal in Paris bei dem berühmten Chirurgen Boyer war, kam eine Frau mit zwei kleinen Mädchen, die beide von einem vermeintlich tollen Hunde gebissen waren. Boyer entschloß sich, die Wundflächen auszuschneiden. Das älteste Kind wurde erst vorgenommen, das jüngere unterdessen in ein Nebenzimmer gebracht. Boyer bat Jacobsen den Arm des Kindes festzuhalten und begann das Ausschneiden. Es erweckte Beider Erstaunen, daß das Kind den Arm ganz ruhig hielt, ohne auch nur einen Laut von sich zu geben. „Thut es nicht weh?" fragte Boyer. „Ach ja", erwiederte das Kind, „es thut sehr weh, schreien will ich aber nicht; denn meine Schwester könnte es hören, und da würde sie sich nimmermehr schneiden lassen". Die beiden Männer sahen sich, der eine

dem andern ins Auge. „De telles filles“, fragte Boyer, „en avez vous en Danemarc?“

Die Herrschaft des Gehirns über das Rückenmark tritt allmählig nicht nur fester, sondern auch bestimmter auf, was sich namentlich darin ausspricht, daß die Körperbewegungen nicht jeder Gemüthsbewegung, jedem noch unbestimmten Willen gleich auf die Ferse folgen. Bei dem gebildeten Manne mit festem Character verliert sich jenes natürliche Mienenspiel, jene natürliche Dolmetschung des Wortes durch Arm- und Körperbewegungen, mit einem Worte, jene ursprüngliche „Natursprache“, von welcher späterhin weitläufig die Rede sein wird, immer mehr und mehr. Bei dem höchsten Grade der Characterstärke ist am Ende jeder natürliche Ausdruck der Gemüthsbewegung gänzlich verwischt. Ich habe Talma die Rolle des Scylla spielen sehen. Bis auf einzelne Augenblicke, in denen der Tyran, vor Haß und Wuth sich selbst vergessend, die ganze verborgene Gewalt seiner Stimme und seiner Muskeln auf ein Wort, einen Blick, eine Bewegung verwandte, ließ er ihn durchgängig ganz monoton sprechen, die Arme kaum rühren.

Daß die Körperbewegungen vom Rückenmarke nicht unmittelbar, sondern nur mittelbar vom Gehirn, das heißt vom Bewußtsein, ausgehen, macht, daß sie nicht eben auf das augenblickliche Verhältniß, sondern vielmehr auf die Verhältnisse im Allgemeinen berechnet werden. Ist nun aber die Berechnung falsch, oder der eigenmächtige Wille unsicher, schwankend, dann mag allerdings die erlangte Herrschaft des Gehirns sogar gefährlich werden. Also bereits bei gar zu langem Bedenken, bei eintretender Verlegenheit, Furcht — stellt sich gar der Schwindel ein, dann wissen wir schon, wie schlecht es mit der ganzen Herrschaft des Gehirns bestellt ist. Vergessen wir auch nie, daß unser freier Wille sich auf die

Resultate der Bewegungen zu beschränken hat, ohne sich auf das Detail der ganzen Mechanik der Muskelbewegungen einzulassen! Schon in dem Vorhergehenden ward auf diesen Satz angespielt, der Ihnen jetzt erst klar sein kann. Erinnern Sie sich z. B., daß von dem Asthmatischen gesagt wurde: er thäte am Besten sich dem Princip anzuvertrauen, das über den Mechanismus des Athemholens, wie über das organische Leben im Allgemeinen waltet.

Die Herrschaft des Gehirns über das Rückenmark entwickelt sich also allmählig nach der Geburt, besteht aber auch dann noch nicht anhaltend, wird vielmehr im Laufe jeder 24 Stunden periodisch für etwa 7 Stunden unterbrochen. Auch dieser tägliche Wechsel der Herrschaft zwischen dem Gehirn und dem Rückenmarke, oder mit anderen Worten die gegenseitige Ablösung des Schlafes und des Wachens, tritt jedesmal allmählig ein. Nach der Arbeit des Tages erschlaffen nach und nach die Zügel, an denen das Rückenmark vom Gehirne gelenkt worden. Es tritt S c h l ä f r i g k e i t, darauf der S c h l a f ein. Die Körperbewegungen des Schlafenden werden eines Theils von den äußeren Einwirkungen hervorgerufen (sind „Reflexbewegungen"), andern Theils von den dunklen, mit der Wirklichkeit unübereinstimmenden Traumgebilden. In seltenen Fällen gewinnt ein solches Traumgebilde eine gewisse Festigkeit, und damit zugleich den Einfluß des Gehirns aufs Rückenmark. Den Schlafenden sehen wir alsdann sein Lager verlassen, die gefährlichsten — vielleicht jedoch nur früher schon betretenen — Wege einschlagen, ohne die vorhandene Gefahr zu beachten, und eben deshalb mit auffallender Sicherheit. Es werde der Schlaf gestört — die Sicherheit weicht der Bedenklichkeit, der Verlegenheit, der Furcht; es stellt sich der Schwindel ein, und dann wehe dem Nachtwandler auf seinem gefährlichen Wege!

Durch die Nerven geschieht es, wenn eine äußere Einwirkung zu unserem Bewußtsein gelangt; durch sie, wenn unsere Willkühr über die Körperbewegungen gebietet. Sie sind Leitungsröhren, einige in der Richtung von Außen nach Innen, andere in der Richtung von Innen nach Außen. Die Centraltheile, wohin und von wo aus die Leitung geschieht, bestehen aus Zellenanhäufungen, Ganglien, worin sich das eigentliche Nervenleben regt. In den verschiedenen Ganglien ist aber das Nervenleben sehr verschiedener Natur. Die peripherischen Ganglien sind Centraltheile fürs organische Nervenleben, nur zum Theil unter dem Einfluß des Rückenmarkes stehend; die Ganglienmasse im Innern des Rückenmarks hingegen ist das Centralorgan für das animale Nervenleben, jedoch nur insofern, als dieses dem Bewußtsein entzogen ist; denn im Rückenmarke selbst hat das Bewußtsein nicht seinen Sitz. Was durchs Gefühl ans Bewußtsein gelangt, wird durchs Rückenmark zum Gehirn, was in den Bewegungen wahrhaft willkührlich ist, vom Gehirn zum Rückenmark durch besondere Markröhren geleitet.

Die willkührliche, vom Gehirne ausgehende Bestimmung begreift nur die auszuführende Bewegung in ihrer Allgemeinheit in sich; das Detail der Ausführung ist dem Rückgrate überlassen. Das Verhältniß ist gerade wie das zwischen dem Regierungsoberhaupte und den ihm zunächst unterordneten Autoriteten. Und dennoch entspricht die Ausführung so vollkommen der Bestimmung! Wie ist dies möglich geworden? Welcher Art ist die Verbindung zwischen dem Gehirn und dem Rückenmarke? Die Hauptzüge derselben sind Ihnen bereits mitgetheilt worden, namentlich in der Darstellung des faserigen Baues vom verlängerten Mark. Diese Darstellung sollte aber eben nur die Hauptzüge der Faserbündelverbindung

andeuten; genauer betrachtet tritt eine vielfältige Verflechtung zum Vorschein. Auch wissen Sie es schon, daß den markigen Fasern eine graue Masse eingewebt ist, aus welcher eben die Nerven ihren Ursprung nehmen, und daß diese graue Masse selbst übrigens aus Nervenzellen besteht, deren Verzweigungen wahrscheinlich ihre gegenseitige Verbindung vermitteln. Betrachten Sie einmal einen Querschnitt dieses verlängerten Markes etwas genauer. So viele Verflechtungen, wovon doch wohl jede ihre bestimmte Bedeutung hat! Sollte für diesen Labyrinth sich wohl jemals ein Leitfaden finden? Für unmöglich wollen wir es nicht erklären, dabei jedoch auch nicht vergessen, daß das Studium der Natur in aller Ewigkeit immer noch reichlichen Stoff vorfinden wird; und nicht unwahrscheinlich möchte es sein, daß zu den letzten Aufgaben für den menschlichen Verstand gerade die Enträthselung des Gehirnlebens gehöre.

Dieser Ausspruch mag Ihnen andeuten, was Sie wohl zu erwarten haben, wie wir nun endlich an die Betrachtung vom Gehirne selbst schreiten. Erst nur noch eine Frage. Ist es denn auch ganz gewiß, daß das Bewußtsein ausschließlich im Gehirne seinen Sitz hat? Die Darstellung von den Ganglien und von dem Rückenmarke schien in der That darzuthun, daß sein Sitz nicht in diesen zu suchen sei, und dadurch wurden wir allerdings aufs Gehirn hingewiesen; ein eigentlicher Beweis dafür, daß er hier auch wirklich zu finden sei, kann dies aber doch keineswegs genannt werden. Sie haben von dem Benehmen des gehirnlosen und kopflosen Rumpfes so viel anhören müssen — sollte ich Ihnen vielleicht auch noch das Benehmen eines rumpflosen Kopfes schildern können? Es müßte aber der Kopf eines Menschen sein; denn wenngleich das Benehmen z. B. eines abgehauenen Schildkrötenkopfes ein Bewußtsein anzudeuten scheint, wird man darin doch schwerlich

68.

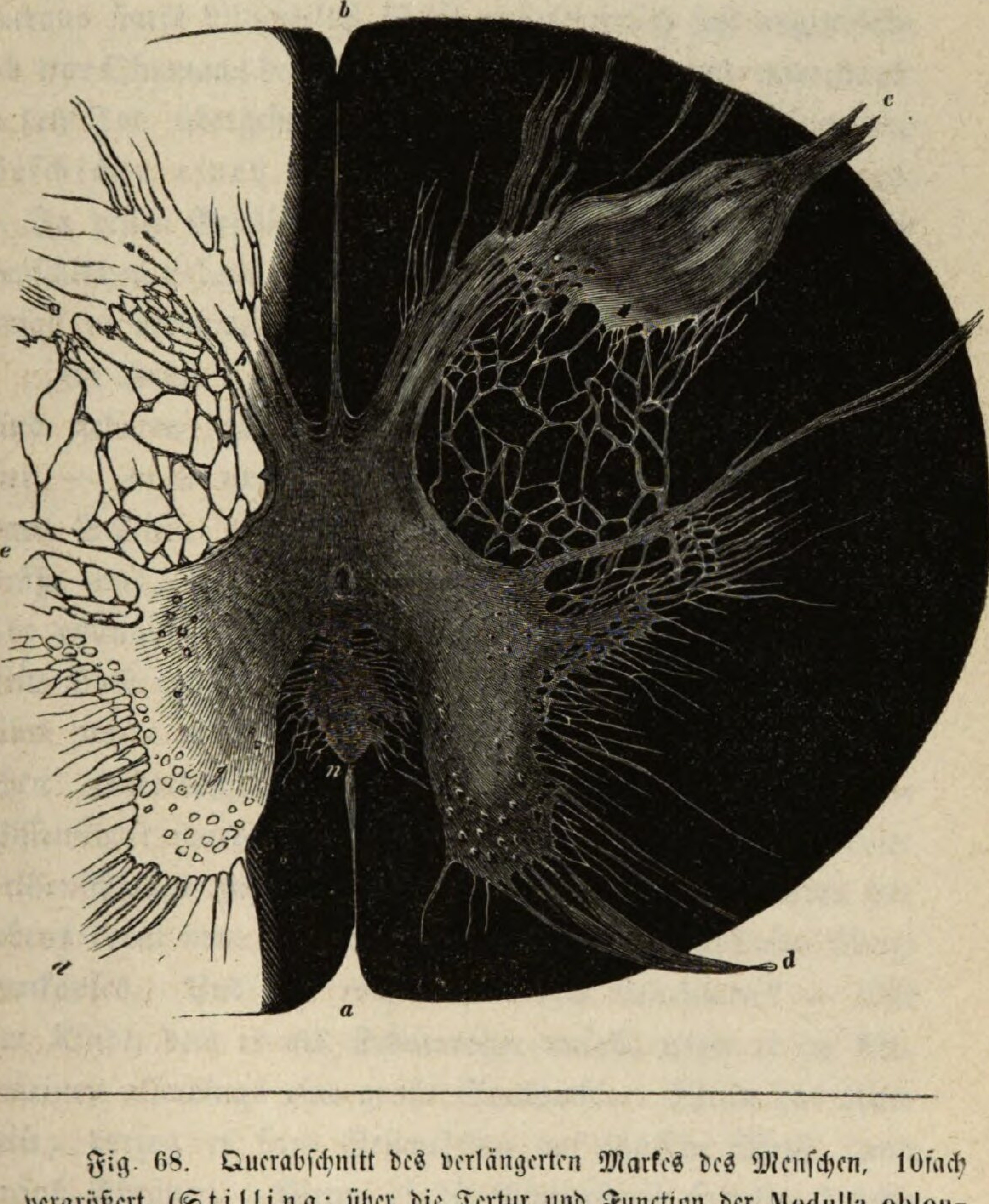
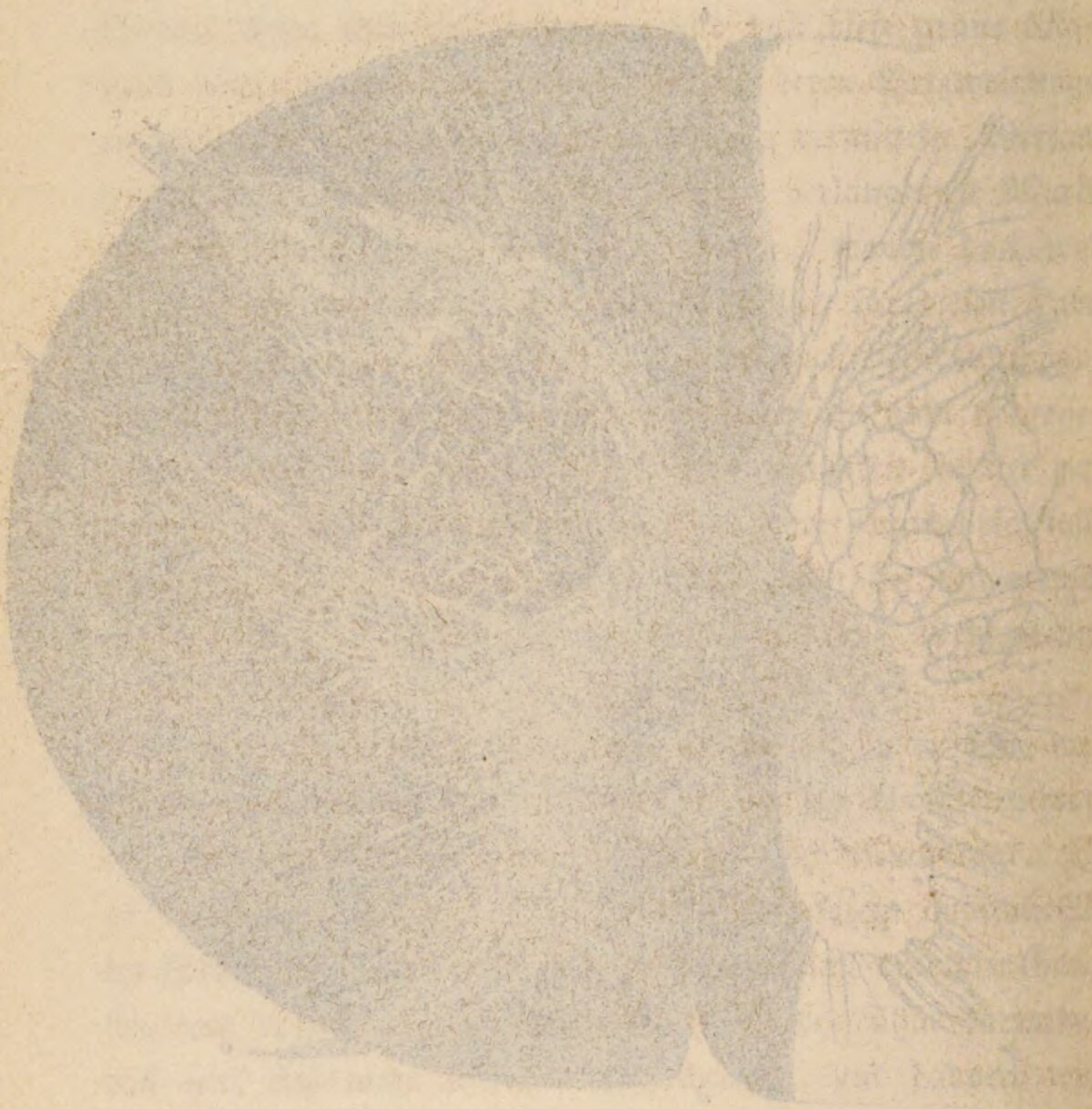


Fig. 68. Querabschnitt des verlängerten Markes des Menschen, 10fach vergrößert. (Stilling: über die Textur und Function der Medulla oblongata. 1843. Tab. 3, fig. 2.) Der schwarze Grund stellt den Durchschnitt der weißen, aus Nervenröhren bestehenden Masse dar. a: die vordere, b: die hintere Rückenmarksspalte; c: die vorderen (Bewegungs), d und d: die hinteren (Gefühls) Wurzeln des 1sten Halsnervenpaares; e: eine von den vielfachen Wurzeln des Nacken- oder sogenannten accessorischen Nerven; g: die vorderen, h: die hinteren Hörner der grauen Rückenmarksmasse; n: eine graue Zwischenmasse.



den gewünschten Beweis anerkennen. Daß man an enthaupteten Menschen manche Versuche angestellt hat, wird Ihnen bekannt sein. Es ist Ihnen aber auch schon gesagt worden, daß der überaus starke Blutverlust höchst wahrscheinlich fast augenblicklich eine Ohnmacht hervorruft — die unbedingt und unvermerkt in den Tod übergeht. Dennoch giebt es in der That die Geschichte eines rumpflosen menschlichen Kopfes. — Ja dessen Geschichte hätte vielleicht sämmtliche Perioden des menschlichen Lebens umfassen können, wenn nicht ein trauriger Zufall es verhindert hätte. Der Fall ist folgender.

Im Jahre 1783 wurde in Bengalen, unweit Calcutta, ein Kind geboren, sonst wohlgebildet, oben auf seinem Kopfe aber — einen zweiten Kopf angewachsen habend, Scheitel gegen Scheitel. Es hatte dieser angewachsene Kopf dieselbe Größe und, bis auf die Ohren und den Unterkiefer, dieselbe vollständige Ausbildung als der eigene Kopf des Kindes. Sein Hals endigte sich in eine abgerundete Geschwulst. Ernährt wurde er durch die Gefäßverbindung mit dem eigentlichen Kinderkopfe. Zum unersetzlichen Verluste für die Wissenschaft wurde das Kind, etwa 2 Jahr alt, von einer Brillenschlange gebissen. Nur aus den 2 ersten Jahren des Lebens kennt man also die Geschichte eines rumpflosen Menschenkopfes. Und wie war nun dessen Benehmen? — Mit dem Kinde, dem es als Schmarotzer ansaß, zeigte er im Allgemeinen allerdings eine große Sympathie. Wenn das Kind schrie, verzog er seine Gesichtszüge auf ähnliche Weise, und vergoß Thränen. Wenn es die Mutterbrust saugte, drückte er durch die Bewegungen des Mundes ein Wohlbehagen aus, und der Speichel floß reichlich. Wenn das Kind lächelte, nahm er daran Antheil. — Diese Beobachtungen eignen sich nun keinesweges, um daraus den Beweis eines selbstständigen Bewußtseins zu holen. Daß der Schmarotzerkopf durch jede

gewaltsame Einwirkung sein Gesicht zum Weinen verzog, während das Kind selbst es kaum zu beachten schien, und daß ferner die Augen beider Köpfe in ihren Bewegungen nicht harmonirten, möchte Alles nur für ein selbstständiges Rückenmarksleben zeugen. Allein ganz entscheidend ist die Thatsache, daß während das Kind schlief, hatte der rumpflose Kopf oft seine Augen offen, während es wachte, verschlossen; denn ein selbstständiger Wechsel des Schlafens und Wachens bezeichnet eben das selbstständige Bewußtsein.

o. Bau des menschlichen Gehirns.

Also wollen wir es denn nun für ausgemacht annehmen, daß im Gehirne, und zwar ausschließlich nur in diesem, der Sitz des Bewußtseins zu suchen, daß folglich das Gehirn das körperliche Werkzeug unserer Geistesthätigkeit ist. — Wie mag ein solches Werkzeug gebaut sein?

Das Gehirn besteht aus einer weichen Masse, die mit ihren Gefäßen und Häuten die Schädelhöhle ganz ausfüllt, und somit den größten Raum des Kopfes einnimmt.

Um Ihnen von der Form und dem Bau des Gehirns eine Uebersicht zu verschaffen, und doch keine verkleinerte Abbildung zu liefern, habe ich das eines neugebornen Kindes gewählt, und dies um so eher, weil es in einem solchen bereits seine volle Ausbildung, so wie auch, abgesehen von einigen Verschiedenheiten der Größenverhältnisse, alle seine bleibenden Formen erreicht hat. Auch hat es bereits $\frac{1}{4}$ von der Größe und dem Gewichte des Gehirns eines Erwachsenen, wenngleich der ganze Körper nur etwa $\frac{1}{16}$ desselben ausmacht.

An der umstehenden Abbildung sehen Sie nun die untere oder die Grundfläche eines solchen Gehirns.

69.

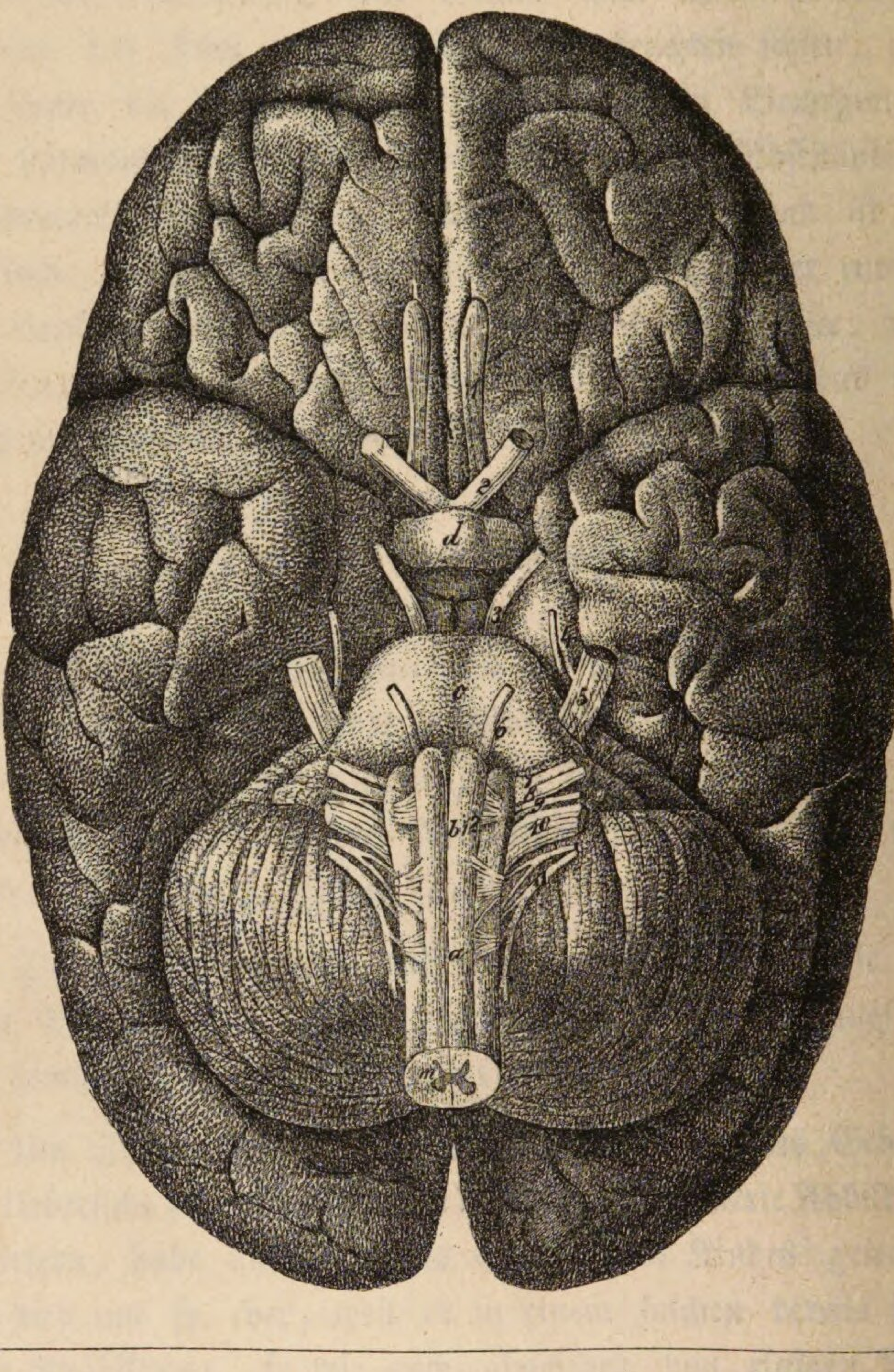


Fig 69. Untere Fläche vom Gehirne eines neugeborenen Kindes in natürlicher Größe. a: Rückenmark; b: verlängertes Mark, namentlich die Pyramiden; c: die Brücke; d: der Hirnanhang; m: die Schnittfläche des Rückenmarkes, woran die graue Masse in der Form eines liegenden Kreuzes zu sehen ist. — 1: Geruchsnerv; 2: Sehnerv; 3: großer Augenmuskelnerv; 4: Nerv für den oberen schiefen Augenmuskel; 5: 5tes Nervenpaar, aus dem Antlitz-Gefühlsnerven und den Bewegungsnerven der Kaumuskeln bestehend; 6: Nerv für den äußeren geraden Augenmuskel; 7: Bewegungsnerv des Gesichts; 8: Gehörnerv; 9: Geschmacksnerv; 10: Lungenmagennerv oder sogenannter „herumschweifender Nerv"; 11: Nackenmuskelnerv oder sogenannter accessorischer Nerv; 12: Bewegungsnerv der Zungenmuskeln. (Originalzeichnung.)

Indem man die zunächst der Mittellinie liegenden Theile von unten nach oben durchgeht, trifft man erst (m) die Schnittfläche des Rückenmarks. Das dunkle, liegende Kreuz in der Mitte desselben stellt den Durchschnitt der meist aus Nervenzellen bestehenden, grauen Nervenmasse dar. Das Rückenmark (a) geht allmählig in das verlängerte Mark (b) über, woran die Pyramiden und Oliven zu unterscheiden sind. In der Rinne zwischen diesen beiden Erhöhungen entspringen an jeder Seite die Bewegungswurzeln, von welchen die obersten Bündel (12) den Bewegungsnerven der Zunge bilden. Seitwärts sieht man von unten nach oben hervortreten: den Nackenmuskelnerven (11), den Lungenmagennerven, (10), den Geschmacksnerven (9), den Gehörnerven (8), den Bewegungsnerven des Gesichts (7), und am vorderen Rande des verlängerten Marks den Bewegungsnerven für den äußeren Augenmuskel (6). An beiden Seiten des Rückenmarks und des verlängerten Marks tritt die untere Fläche des kleinen Gehirns hervor; vorn stößt das verlängerte Mark auf die Brücke (c). An jeder Seite derselben tritt das sogenannte 5te Nervenpaar hervor, welches 1) den Gefühlsnerven des Gesichts und 2) den Bewegungsnerven für die Kaumuskeln in sich faßt. Aus der Tiefe tritt (4) der Bewegungsnerv für den oberen schiefen Augenmuskel hervor. Vorn an der Brücke erscheint (3) der für vier von den Augenmuskeln und den Aufhebemuskel des oberen Augenliedes gemeinsame Bewegungsnerv. Etwas weiter nach vorn liegt ein Ganglion (d), früher die Rotzdrüse (glandula pituitaria) genannt, was ganz buchstäblich verstanden wurde (woher der französische Name für den Schnupfen: rhume du cerveau stammt), jetzt aber der Hirnanhang (hypophysis) heißt. An dem vorderen Rande dieses Ganglions treten die Sehnerven (2) aus ihrer Kreuzung (Chiasma nervorum opticorum) hervor. Vor ihnen

liegen die beiden Geruchsnerven (1). Die ganze übrige Abbildung wird von der unteren Fläche des großen Gehirns eingenommen, woran die zahlreichen Windungen gleich in die Augen fallen.

Also sieht denn das Organ aus, worin der Sitz unseres Bewußtseins zu suchen ist, in dessen Innern sich das Leben rührt, worauf alle Geistesthätigkeit des Menschen beruht! Nicht ohne eine gewisse Spannung beschaut man es, wenn sich dazu die erste Gelegenheit darbietet, nicht ohne Grauen, wenn es gar, bei tiefeingreifenden Kopfverletzungen, an einem lebenden Menschen ist. Die Gemüthserregung mag bei dem ersten Anblick noch dadurch erhöht werden, daß man es sich bewegen sieht. Man erkennt daran gleichzeitig mit dem Herzschlage eine Erhebung und Senkung, was jedoch nur von den unterliegenden großen Schlagadern herrührt, etwa wie das Hüpfen des einen Beines, wenn es mit der Kniekehle auf dem Knie des anderen ruht. Geschieht eine tiefe Ausathmung, oder stößt der Kranke ein Geschrei aus, so hebt es sich sehr stark — was doch wiederum nur von dem Anschwellen der Blutadern herrührt.

Möchten Sie wohl noch etwas tiefer in dieses Organ aller Organe hineinsehen? Ich sage Ihnen im voraus, es ist ein Labyrinth, wozu der leitende Faden noch nicht gefunden. In seiner durchaus weichen Masse verbirgt das Gehirn einen höchst verwickelten Bau, in dem es sehr schwer hält zurecht zu finden, und von dem man, nachdem man darin einigermaßen zurecht gefunden — auch gar nichts versteht. Vielleicht nur einen Schnitt darf ich hineinthun, damit Sie doch nicht gerade nur die äußere Fläche gesehen. Ich werde einen Längenschnitt in der Mittellinie wählen, weil dadurch die meisten inneren Theile zum Vorschein kommen, und ziehe wiederum das Gehirn eines neugebornen Kindes vor.

70.

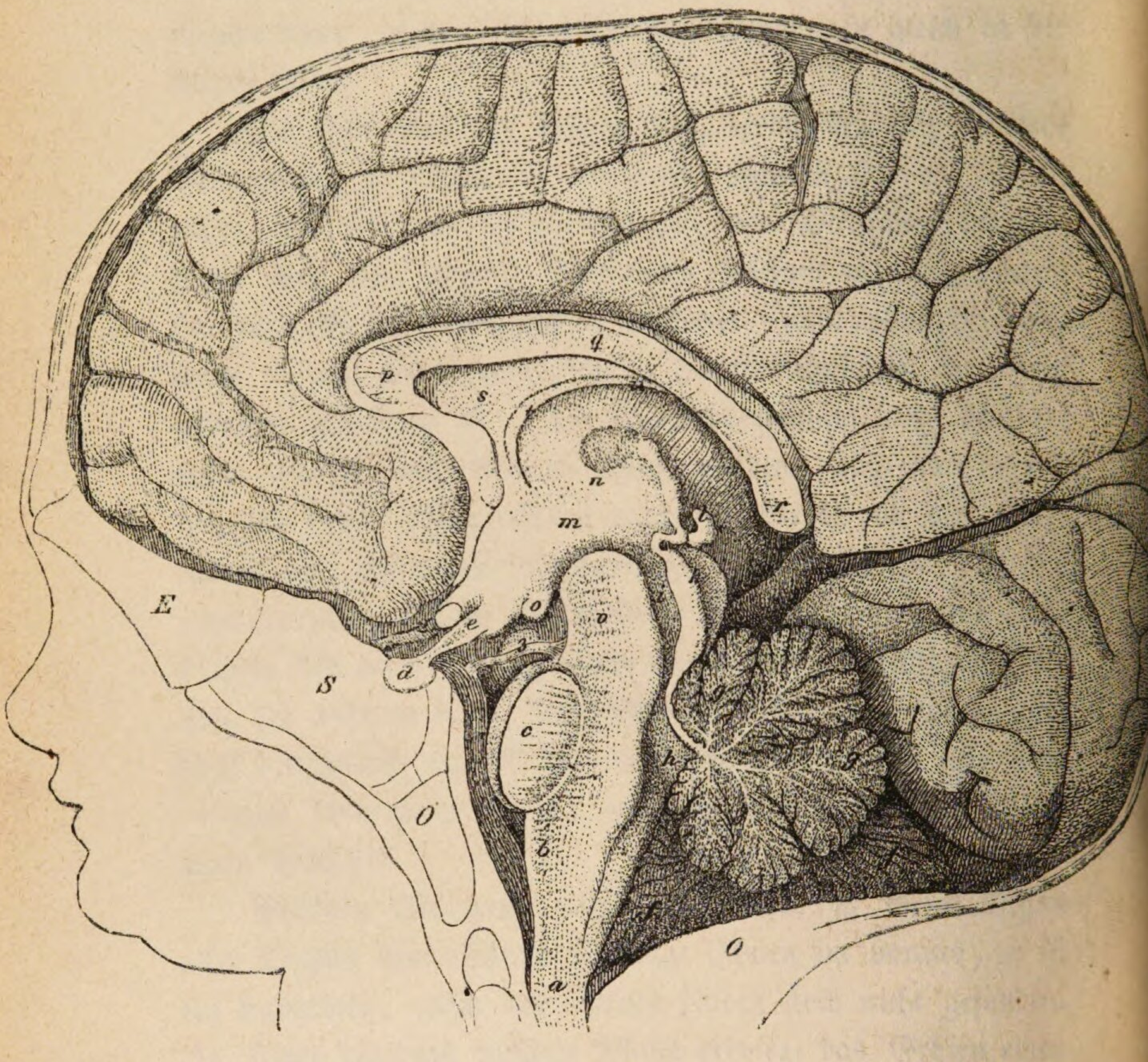


Fig. 70. Längenschnitt durch die Mittellinie des Kopfes von einem neugeborenen Kinde. Natürliche Größe. (Originalzeichnung). a: Rückenmark; b: verlängertes Mark; c: Brücke; d: Hirnanhang; e: Trichter; f, f: inwendige Fläche der Seitentheile des kleinen Gehirns; g, g: Durchschnitt des Mitteltheils vom kleinen Gehirn; h: 4te Hirnhöhle; i: Sylvischer Gang; k: Vierhügel; l: Zirbeldrüse; m: dritte Hirnhöhle; n: inwendige Fläche vom Sehhügel; o: Warzenkörperchen; p, q, r: Balken; s: durchsichtige Scheidewand; t, u: Gewölbe. E: Siebbein; S: Keilbein; O, O: Hinterhauptsbein.

Vom großen Gehirn liegt die inwendige Fläche der rechten Hälfte, vom kleinen ebenfalls die inwendige des rechten Seitentheils (f) unverletzt am Tage. Am mittleren Theile des kleinen Gehirns sieht man, wie sich das Mark wiederholt in Platten theilt, von grauer Hirnmasse bekleidet (g, g, g).

Vom verlängerten Marke (b) tritt seitwärts ein Bündel ins kleine Gehirn (h); die übrigen Bündel steigen theils durch die Querfasern der Brücke (c) hindurch, theils über sie hinweg nach oben (v), um durch die Sehhügel (n) und gestreiften Hügel in die Gehirnmasse fächerförmig auszustrahlen. Unter (vor) dem kleinen Gehirn liegt die 4te Hirnhöhle (h), die nach unten offen ist, nach oben aber durch den sogenannten Sylvischen Gang (i) mit der dritten Hirnhöhle (m) in Verbindung steht. Dieser Gang wird von dem kleinen Gehirne aus erst von einer sehr dünnen Markplatte, dann von den Vierhügeln (k) gedeckt. Aus der dritten Hirnhöhle tritt nach unten eine zarte Röhre: der Trichter (e) in den Hirnanhang (d), welcher in einer tiefen Grube des Keilbeins eingeschlossen liegt. Jede der Seitenwände der dritten Hirnhöhle ist die innere Wand eines Sehhügels (n), und von dem oberen Theile dieser Wände erhebt sich ein Paar schmale Markbündel als Stiele eines Ganglions, der sogenannten Zirbeldrüse (l). Nach hinten stehen diese Stiele mit den Vierhügeln in Verbindung und treten als eine Grenzfalte zwischen der dritten Hirnhöhle und jenem Gange (i) herab. Diese Falte wird die hintere Hirncommissur genannt. Ein Hauptgebilde ist der Balken (p, q, r), von welchem dicht an der Mittellinie eine dünne Nervenplatte herabsteigt (s): die durchsichtige Scheidewand, und sich an das Gewölbe (t, v) befestigt. Dieses wird von zwei Nervenbündeln gebildet, die sich an jeder Seite fast kreisförmig um die Ausstrahlung der übrigen winden. Sie steigen nämlich

aus den Sehhügeln hervor, gelangen bis an die untere Fläche des Gehirns, biegen sich hier um, welche Umbiegung den Namen der Warzenkörper (o) erhalten, erheben sich darauf als eigentliches Gewölbe (t), uud winden sich wieder unter den Balken nach außen (v) auf die untere Gehirnfläche herab.

Von den verschiedenen Theilen im Innern des Gehirns sind nun einige, als wie: die Vierhügel, die Sehhügel, die gestreiften Hügel, die Zirbeldrüse, der Hirnanhang — offenbar mit den Ganglien analoge Gebilde, die durch vielfältig verflochtene Bündel von Markröhren unter einander in gegenseitiger Leitungsverbindung stehen. Die größte Beachtung verdienen die Seitentheile des kleinen sowohl als des großen Gehirns. Auch sie lassen sich noch mit den Ganglien zusammenstellen, insofern sie aus deren beiden Elementartheilen bestehen: Nervenzellen und Markröhren, zum Theil der feinsten und zartesten Art. Die Zellen, in denen wir angenommen, daß das eigentliche Nervenleben im Allgemeinen sich rege, sind hier an der ganzen äußeren Fläche gelagert, wodurch eben diese Seitentheile auswendig grau, inwendig weiß erscheinen. Hier an der Oberfläche der Seitentheile ist die große Werkstätte der geistigen Thätigkeit zu suchen, der eigentliche Centraltheil, worin alle von Außen hervorgerufene Nervenleitung ihr Ziel, alle willkührliche Bewegung ihren Ursprung hat. Weit ausgedehnt, wie diese Zellenschicht bereits an jedem der halbkugelförmigen Seitentheilen zu Tage liegt, erscheint sie am menschlichen Gehirne vielfältig größer noch, wenn man sie überall zwischen den Platten des kleinen, den Windungen des großen Gehirns verfolgt. Je weiter ihre Ausdehnung, desto vollkommener ausgebildet ist diese bedeutungsvolle Schicht. — So lehrt es bereits die Entwickelungsgeschichte.

Ursprünglich hat das Gehirn, wie wir dies beim Hühnerembryo gesehen, die Form einer Reihe von Blasen. Sie

71. 72.





73.



sehen nun hier, wie sich diese Blasen allmählig als verlängertes Mark (a), kleines Gehirn (b), Vierhügel (c), Sehhügel und Streifenhügel mit den Seitentheilen (d) ausbilden, und wie diese letzteren ein immer größeres Uebergewicht erlangen, und alle die übrigen Gehirntheile überwachsen. Die eigentlichen Gehirnwindungen sind noch in der 17ten—18ten Woche des Fötuslebens gar nicht angelegt, die Oberfläche des großen Gehirns also ganz glatt, indem sie erst gegen die Mitte des Fötuslebens sich zu falten anfängt. Das kleine Gehirn erhält seine ersten Faltungen etwas früher, entwickelt sich aber im Ganzen genommen langsamer als das große, wie es denn auch beim Neugebornen verhältnißmäßig weiter zurück ist.

Fig. 71, 72 und 73. Gehirn und Rückenmark menschlicher Embryonen aus der 12ten, 14—15ten und 17—18ten Woche der Schwangerschaft. Alle in natürlicher Größe und von hinten und oben gesehen. (Nach Tiedemann: Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fötus des Menschen. 1816. Taf. 1, 2 und 3.) — In allen 3 Figuren bedeutet a: das verlängerte Mark, b: das kleine Gehirn, c: die Vierhügel, d: das große Gehirn.

Sind wir früher schon darüber einig geworden, daß der eigentliche Sitz des Bewußtseins ausschließlich im Gehirne zu suchen sei, so können wir jetzt wohl auch noch darüber einig werden, daß hier wiederum die Seitentheile des großen und kleinen Gehirns vorzugsweise, wo nicht ausschließlich, die unmittelbaren Werkzeuge der geistigen Thätigkeit sind. So viel kann als entschieden angesehen werden, daß das Bewußtsein nicht in einem Centralpunkte seinen Sitz hat, daß vielmehr das Gehirnleben in einer weit ausgebreiteten Ansammlung von Zellen vor sich geht, deren gegenseitige Verbindung zu verwickelt ist, um vom menschlichen Auge, wenngleich aufs Stärkste bewaffnet, aufgefaßt zu werden. — Und ist denn nicht auch die Geistesthätigkeit aus vielen verschiedenen Thätigkeiten zusammengesetzt, deren gegenseitige Verbindung zu verwickelt ist, um vom menschlichen Verstande erfaßt zu werden?

Weiß man denn aber nicht auch noch von den einzelnen Regionen der Gehirnoberfläche anzugeben, welcher Geistesthätigkeit sie dienen? Ich muß diese Frage leider mit einem „Nein" beantworten. Eine so wichtige Frage so kurz abgefertigt zu erhalten, würde Ihnen aber wohl kaum angenehm sein. Ich werde Ihnen also eine Uebersicht von den Forschungen geben, die in dieser Richtung angestellt worden.

p. Nervensystem der Thiere.

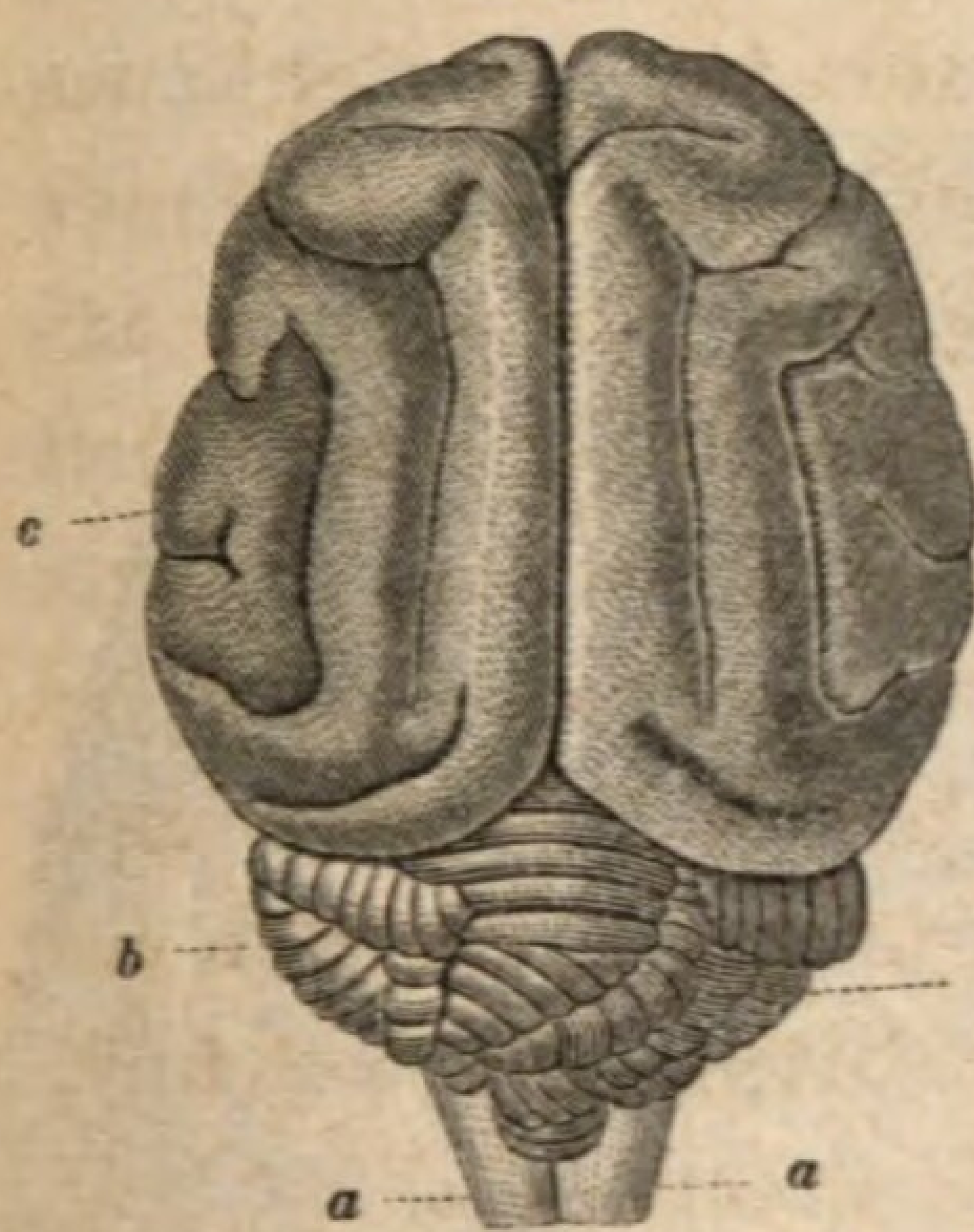
Sollte man nicht die Bedeutung der einzelnen Hirntheile aus einer Vergleichung des menschlichen Gehirns mit dem der Thiere erfahren können? — Wir wollen einmal die verschiedenen Hauptformen der Thiergehirne in Augenschein nehmen, und versuchen, was wohl aus einer solchen Vergleichung hervorgeht.

Vom Gehirn der Affen ist Ihnen bereits ein Beispiel vorgelegt worden. Es ist, hieß es, verhältnißmäßig kleiner und mit wenigeren Windungen versehen, sonst in allem Wesentlichen wie beim Menschen.

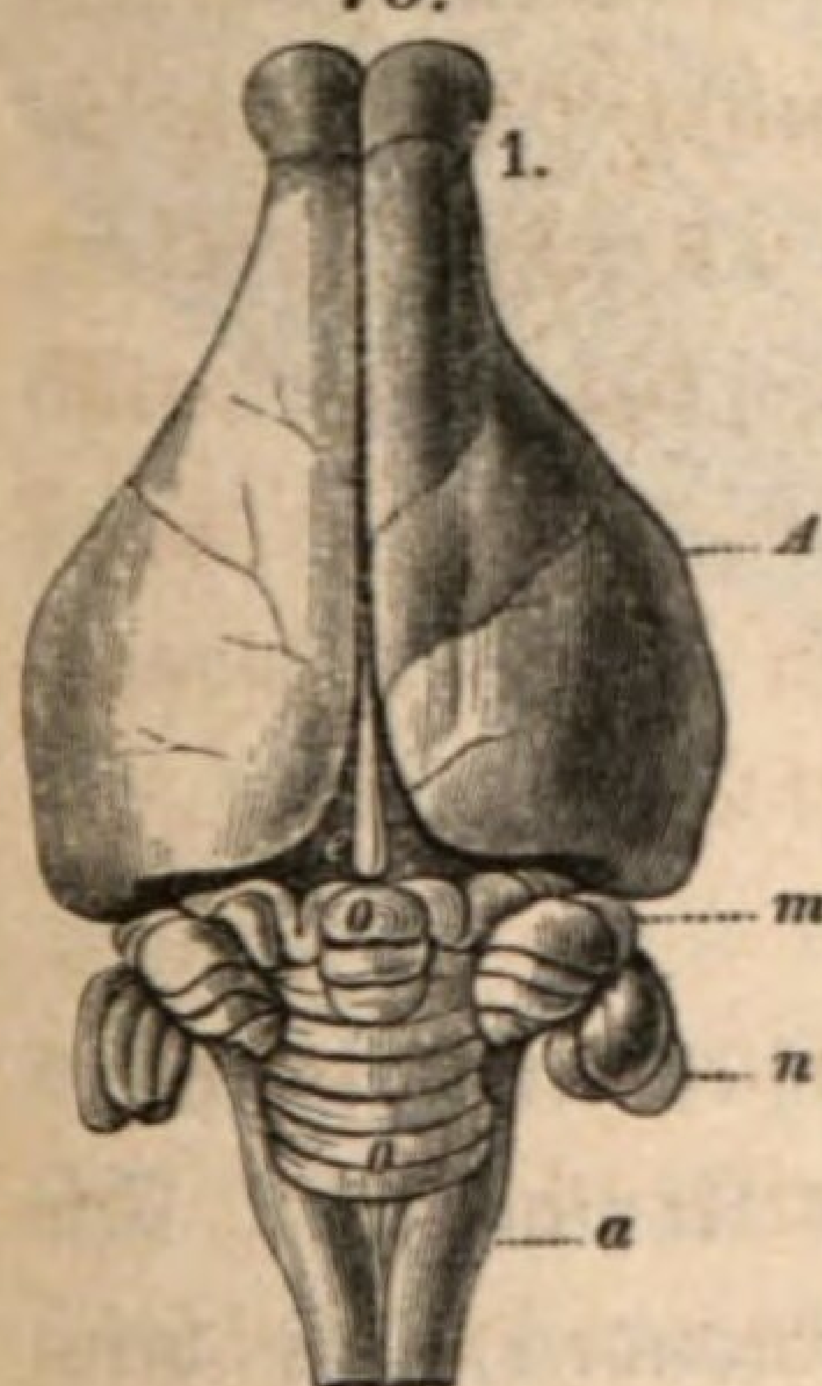
Betrachten wir nun noch einige Gehirne aus den übrigen Ordnungen der Säugethiere.

Sie sehen hier das einer **Katze** und eines **Kaninchens**. Daran ist allerdings eine Abstufung kaum zu verkennen. Die geringere Entwickelung ist gerade vorzugsweise an den Seitentheilen des großen Gehirns, am Kaninchen nicht weniger auch an denen des kleinen Gehirns ausgesprochen. Bei der Katze ragen die des großen Gehirns nur sehr wenig, beim Kaninchen gar nicht mehr über das kleine hinüber; dort haben sie noch einige, hier gar keine Windungen mehr. Von den Seitentheilen des kleinen Gehirns sind beim Kaninchen nur noch einige einzelne Partien übrig, und verhältnißmäßig schwach ist ihre Commissur, die Brücke, entwickelt. Die Aehnlichkeit mit dem menschlichen Gehirn beschränkt sich im Grunde auf das des Fötus etwa aus der 17ten—18ten Woche der Schwangerschaft.

74.



75.



76.

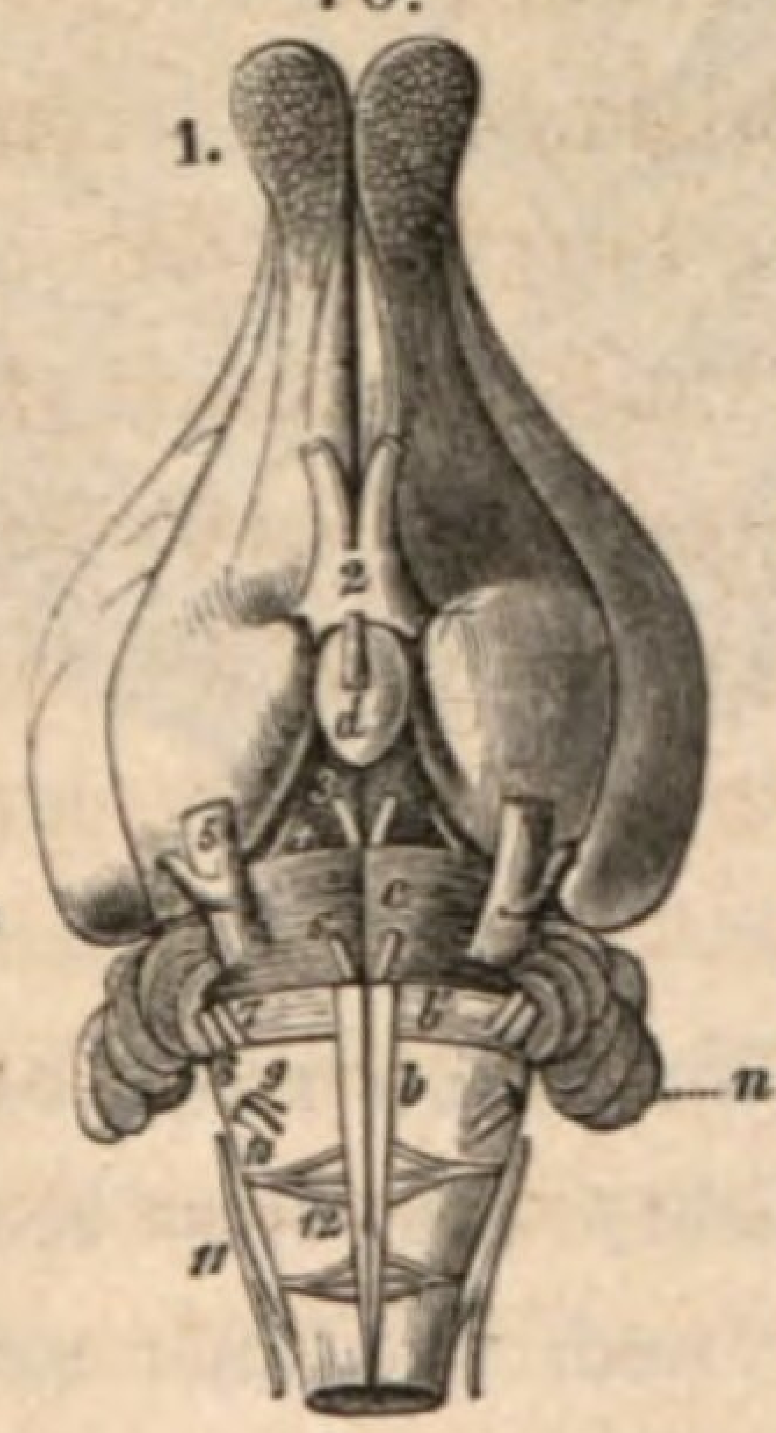
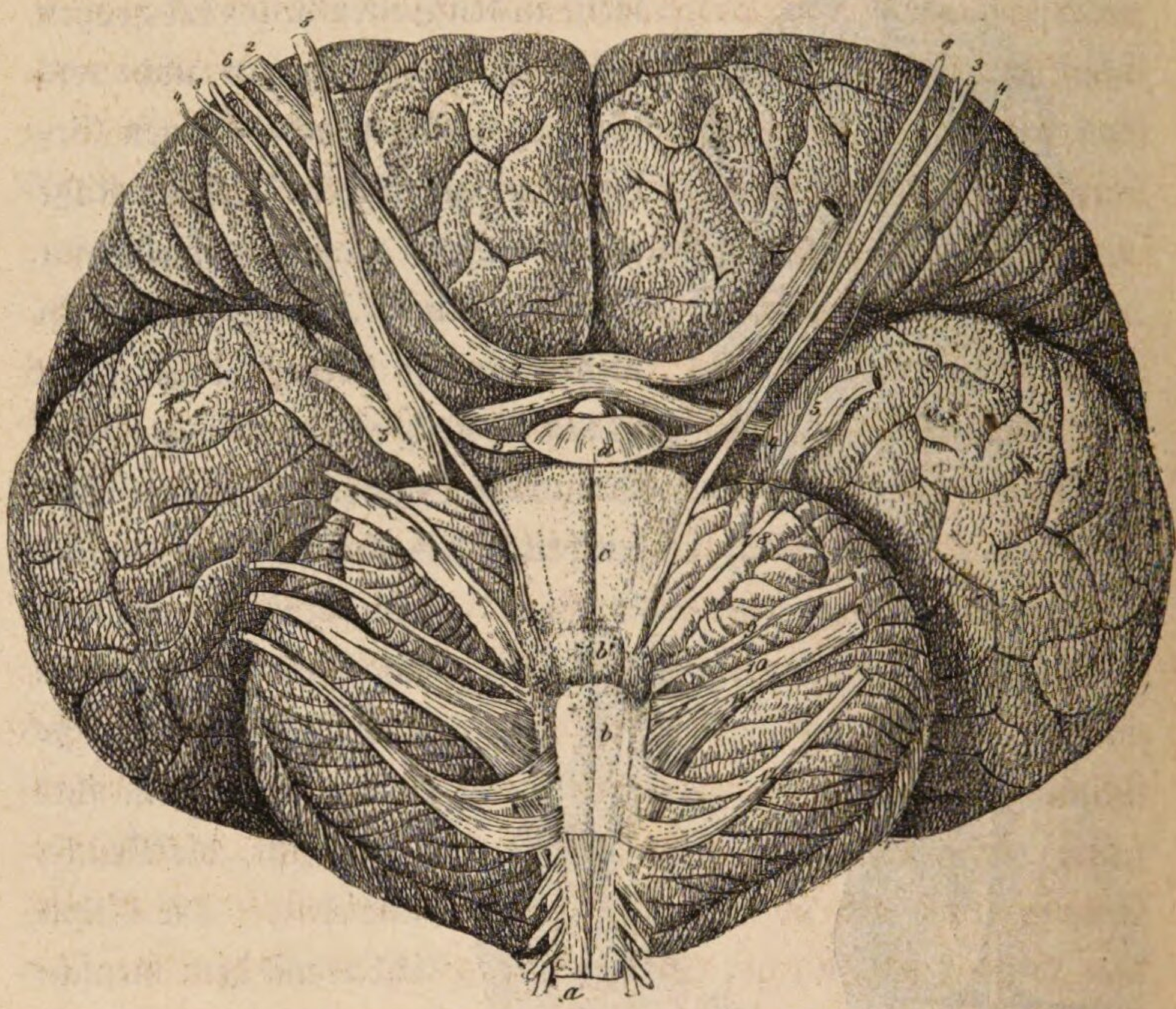


Fig. 74. Gehirn der Hauskatze von oben gesehen. a: verlängertes Mark; b: kleines, c: großes Gehirn. — Fig. 75 und 76. Gehirn des Kaninchens. (Originalzeichnungen). A: Großes Gehirn; a—b: verlängertes Mark; b′: Querfasern an demselben (Trapezium s Propons); c: die Brücke; d: Hirnanhang; e: Zirbeldrüse; m, n: Seitentheile, o: Mitteltheil des kleinen Gehirns. Die Zahlen geben in der Fig. 76, wie auch in allen folgenden, die Nervenpaare an, und zwar gerade wie am Gehirn des Menschen (Fig. 69. Pag. 293).

Da mag man wohl zur Annahme geneigt werden, daß in der Organisation des Gehirns eine allmählige Abstufung vom Menschen abwärts in der Thierreihe Statt finde. Doch sein wir nicht voreilig! Betrachten wir erst noch das Gehirn

77.



eines *Braunfisches*! Finden Sie nicht, daß es dem Menschengehirne mehr ähnlich sieht, als dem des Kaninchens? Die Windungen sind sogar noch reichlicher vorhanden, als beim Menschen! Das große Gehirn überragt nicht vollständig das kleine, und ist überhaupt sehr kurz, um so viel mehr aber ist es

---

Fig. 77. Gehirn eines ungeborenen Meerschweins in natürlicher Größe. (Originalzeichnung). a: Rückenmark; b: verlängertes Mark; c: Querfasern desselben; d: Brücke; e: Hirnanhang.

in die Breite ausgedehnt, und dies mag doch wohl von demselben Belange sein, denn bei den Bartenwallen ist das Gehirn ungefähr eben so langgezogen wie beim Menschen.

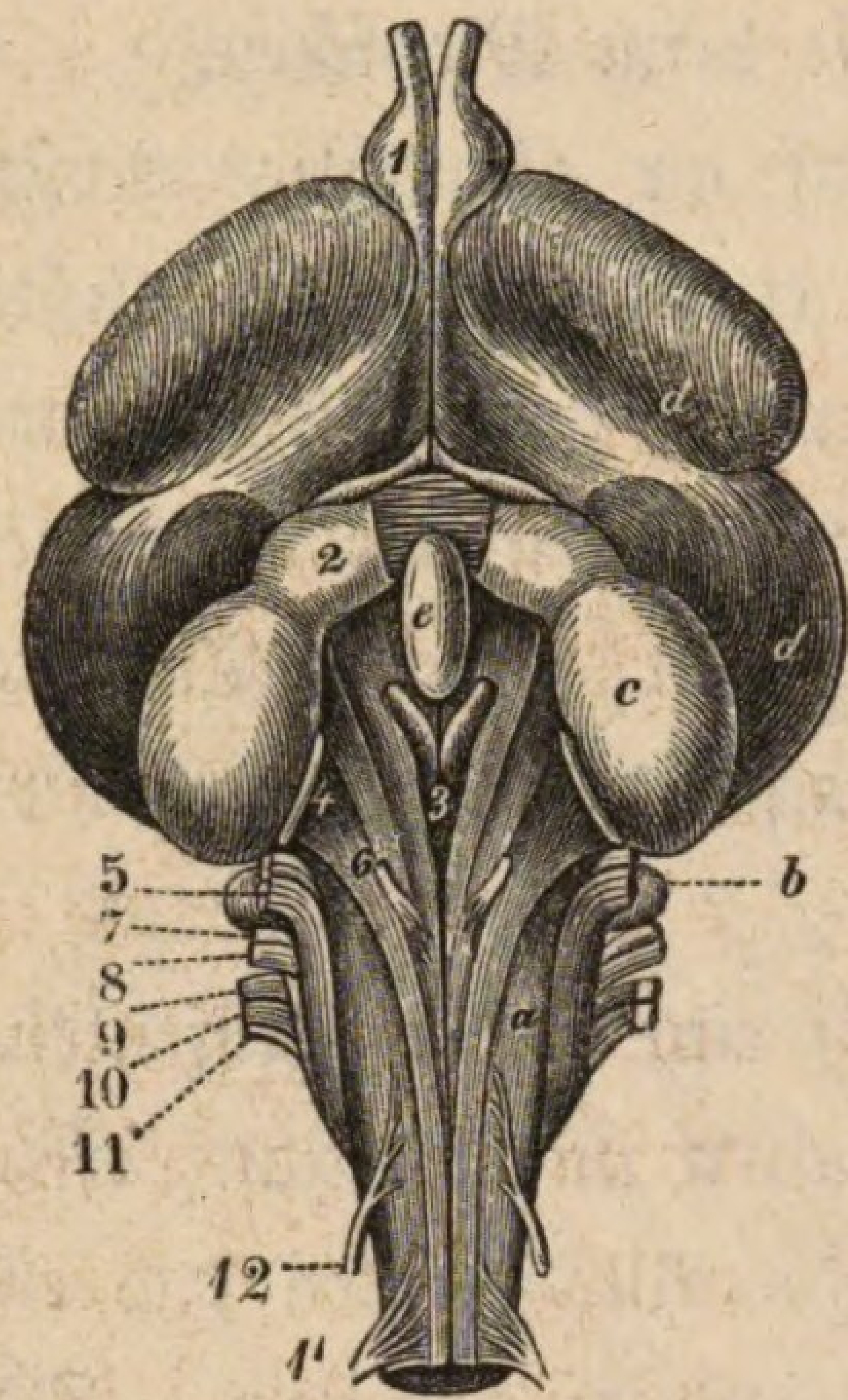
Wollten wir nun immer noch auf die allmählige Abstufung in der Organisation des Gehirns etwas geben, so müßten wir die Säugethierordnungen ganz anders als gewöhnlich ordnen. Die Wallthiere würden sehr hoch stehen müssen, die Nagethiere sehr niedrig — was doch allerdings mit unseren Ansichten über die verschiedenen Triebe und Anlagen dieser Thiere schwer in Einklang zu bringen ist.

Doch wie viel wir nun auch auf eine solche Stufenleiter in der Ausbildung der Thiergehirne halten mögen, ganz offenbar bleibt es doch dabei immer, daß im Allgemeinen das eine Thier nicht in jeder Beziehung dem andern nachsteht. Das Eine zeichnet sich durch diese, das Andre durch jene Eigenschaft und Anlage aus. Hätten wir nun dem entsprechend bald die eine, bald die andre Region der Seitentheile stärker ausgebildet vorgefunden, so möchten daraus höchst wichtige Resultate zur Deutung des menschlichen Gehirns hervorgegangen sein. Dies war aber nicht der Fall. Mit der schwächeren Entwickelung des großen Gehirns geht im Allgemeinen die des kleinen Hand an Hand, namentlich in Bezug auf die Seitentheile, und was die verschiedenen Regionen eines und desselben Seitentheils betrifft, steht diese Regel nicht weniger fest. Einzelne Abweichungen kommen allerdings vor, und so ist namentlich an den Seitentheilen des großen Gehirns die hinterste Region — was man nicht eben erwartet haben sollte — bei den Thieren meistens am schwächsten ausgebildet.

Uebrigens ist der ganze Plan der Hirnorganisation bei den Säugethieren im Allgemeinen ganz derselbe wie beim Menschen. Sollte dieses vielleicht überhaupt eine nothwendige Bedingung für die Gehirnthätigkeit sein? Ich werde Sie selbst urtheilen lassen.

Hier haben Sie das Gehirn einer Gans vor sich. Wie verschieden zeigt es sich doch von allen jenen Säugethiergehirnen. Zunächst wäre es noch mit dem des Kaninchens zu vergleichen, namentlich durch den gänzlichen Mangel der Hirnwindungen und durch die Verkümmerung der Seitentheile vom kleinen Gehirn. Doch fehlt hier auch vollends die Brücke; manche der inneren Theile sind außerdem noch so verschieden gelagert, daß ihre Deutung nicht wenig erschwert wird. So z. B. liegen die Vierhügel (c), woraus die Sehnerven entspringen, auf der Grundfläche des Gehirns; die Sehhügel (g) sind sehr klein, die eigentlichen Seitentheile des großen Gehirns blattförmig dünn. Ganz ähnlich ist das Gehirn aller übrigen Vögel.

78.



79.

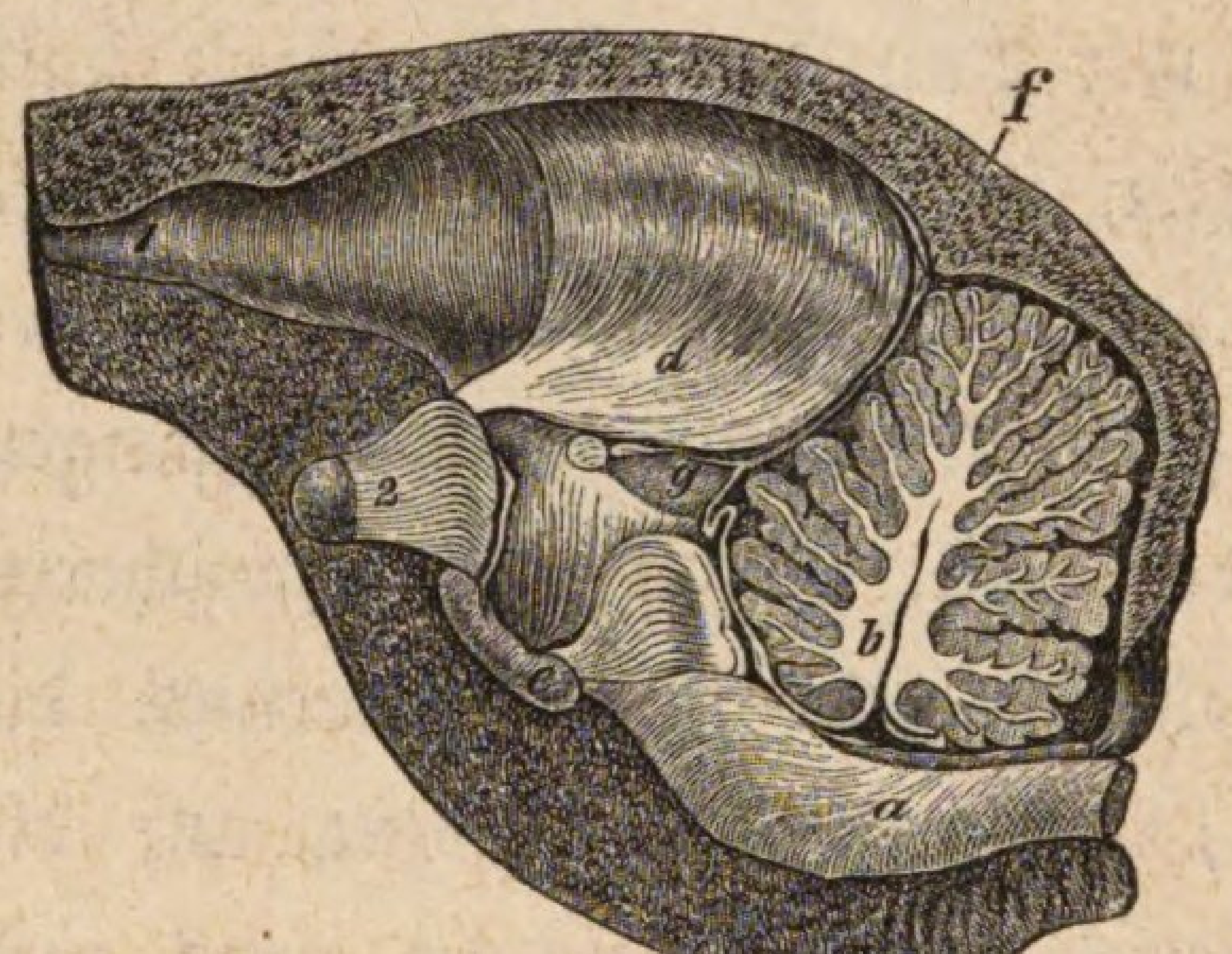


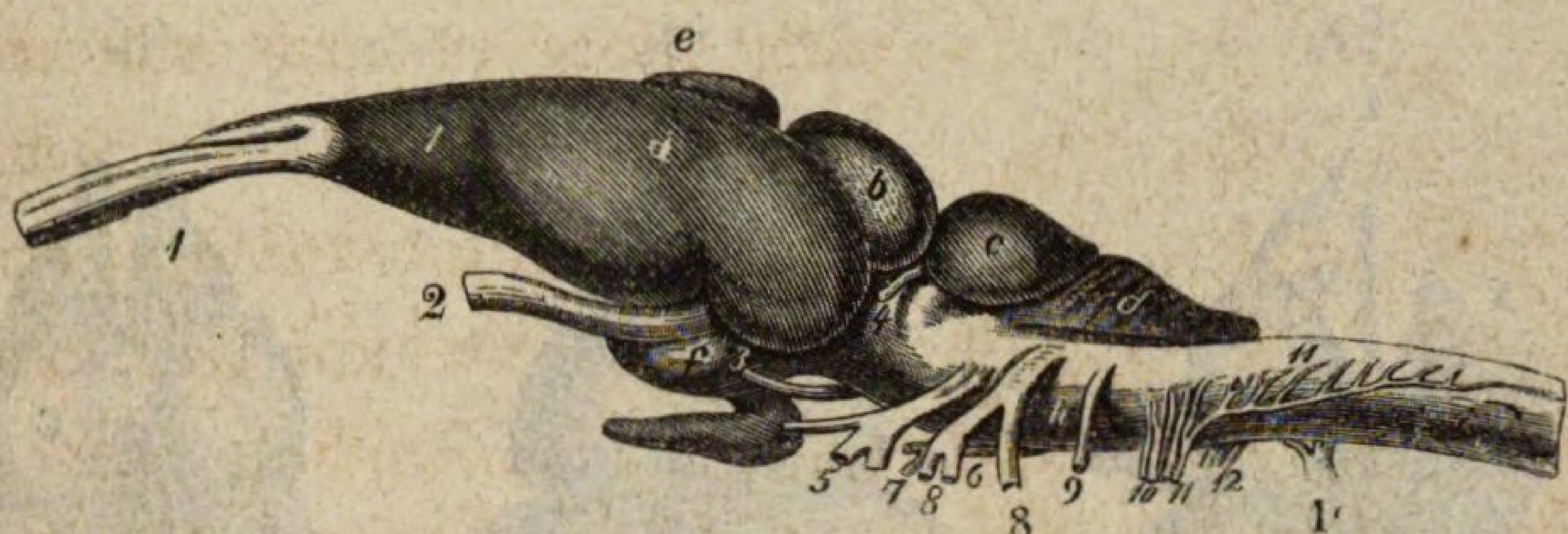
Fig. 78 und 79. Gehirn einer Gans. (Nach A. Meckel. Deutsches Archiv für die Physiol. von J. F. Meckel. 2ter Bd. 1816. Taf. 1, Fig. 1 und 2).

Fig. 78. a: verlängertes Mark (namentlich die Reil'sche Schleife); b: die winzigen Seitentheile des kleinen Gehirns; c: die Vierhügel; d, d: Grundfläche des großen Gehirns; e: Hirnanhang. 1—12 siehe Fig. 69. 1' erster Halsnerv.

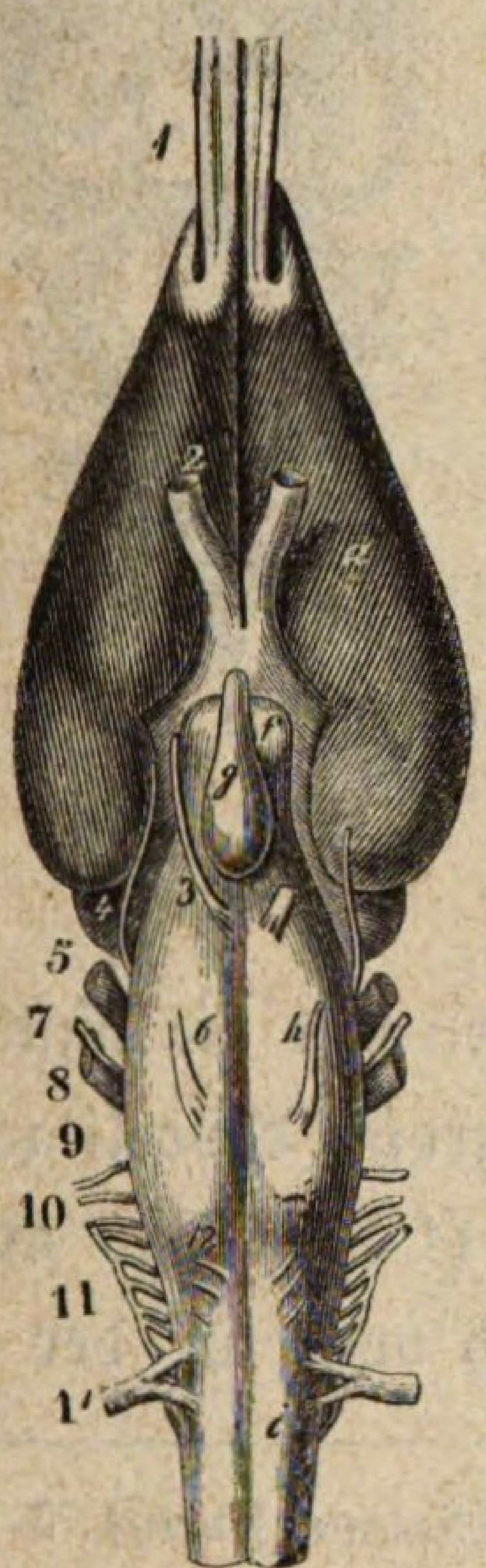
Fig. 79. a: verlängertes Mark; b: Durchschnitt vom Mitteltheile des kleinen Gehirns; d: Nervenstrahlung in der Markscheidewand des großen Gehirns; e: Hirnanhang; f: Zirbeldrüse; g: Sehhügel; 1: Geruchsnerv; 2: Sehnerv.

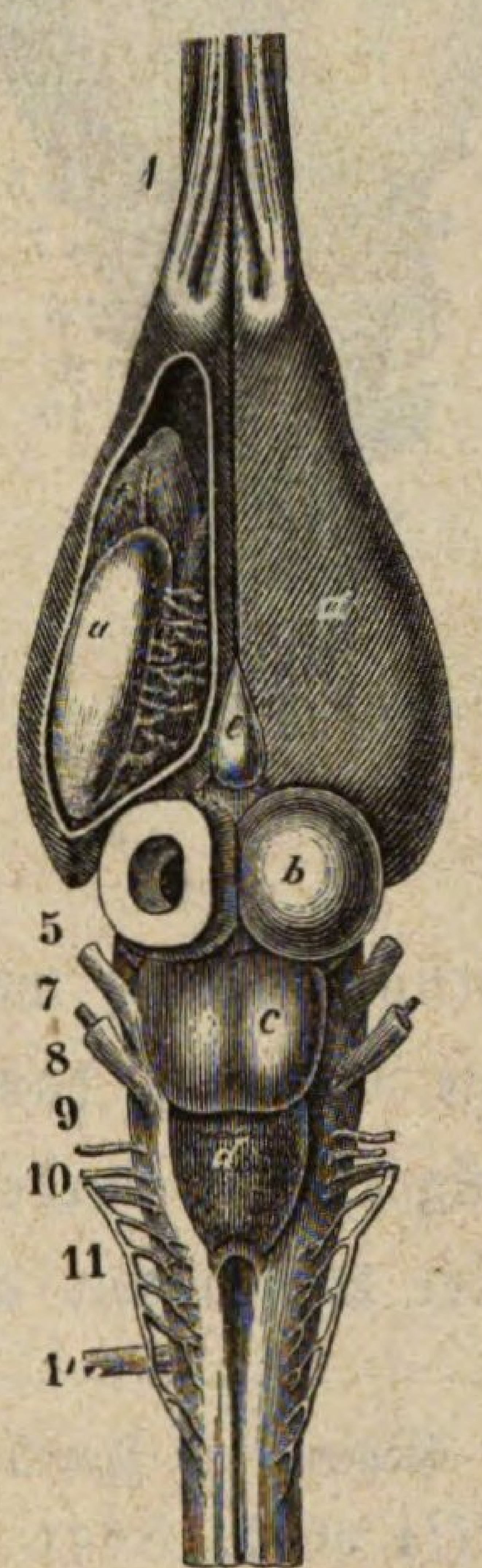
Gehen wir jetzt an das Gehirn einer Schildkröte, als Repräsentant der Amphibien.

80.



81. 82.



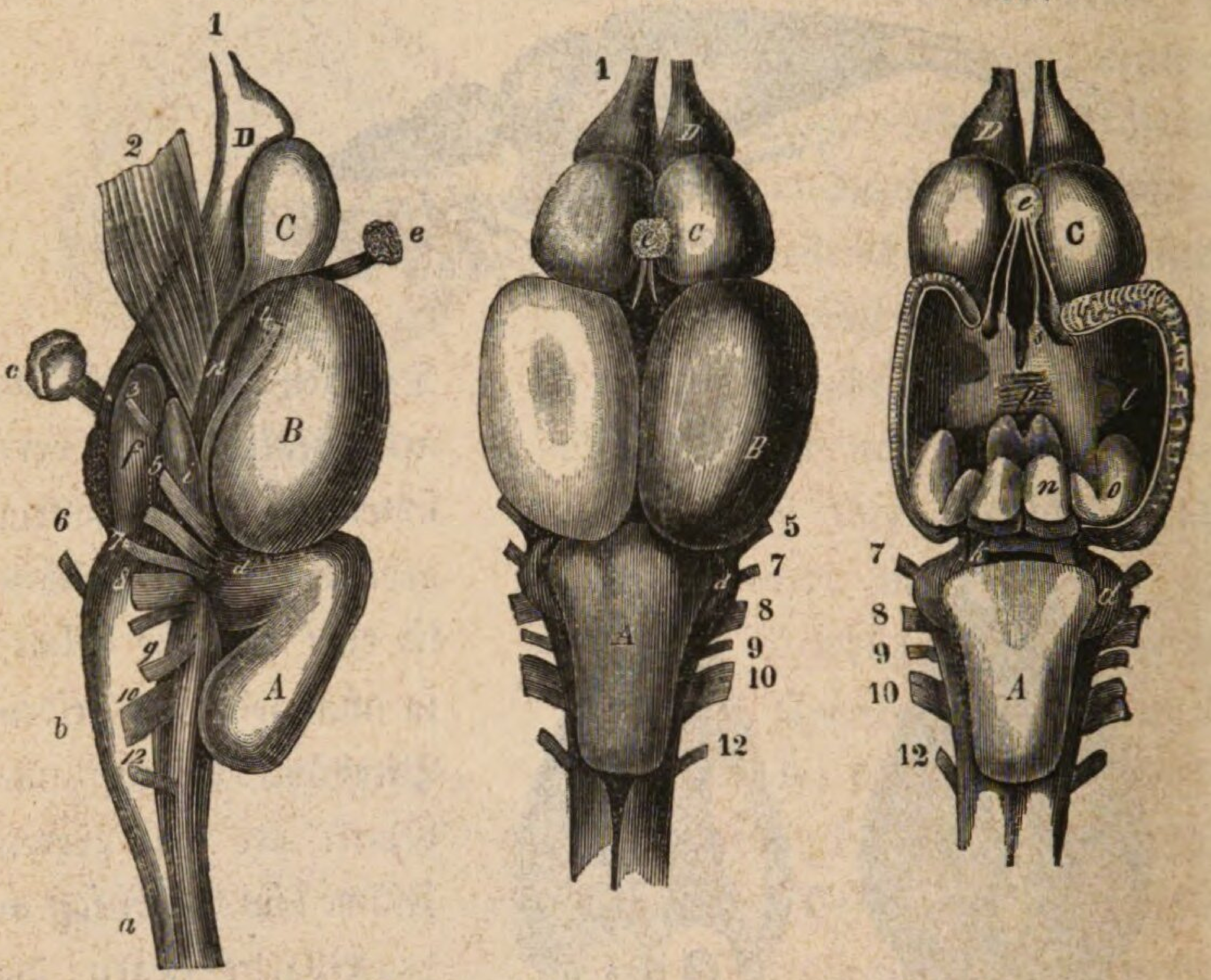


Die Seitentheile des kleinen Gehirns sind verschwunden; sein übrig gebliebener Mitteltheil ist eine einfache Blase, so auch jeder der beiden Vierhügel, die ganz unbedeckt an der oberen Fläche (im Gegensatz zu den Vögeln) liegen; die Seitentheile des großen Gehirns zeigen sich als sehr dünnwandige Blasen mit geräumigen Höhlen für die gestreiften Hügel.

Fig. 80, 81, 82. Gehirn der europäischen Flußschildkröte, Emys europæa. (Nach Bojanus: Anatome testudinis europææ. 1819. Tab. XXI. Fig 87, 86, 85.) a: großes Gehirn; b: Vierhügel; c: kleines Gehirn; d: Gefäßnetz der 4ten Hirnhöhle; e: Zirbeldrüse; f: Trichter; g: Hirnanhang; t: die angehende Ausstrahlung der Nervenstränge; u: die gestreiften Hirnganglien.

Und jetzt nur noch das Gehirn eines Fisches (einer Forelle)! Wir finden hier die Blasenform der Gehirntheile noch deutlicher ausgesprochen. Ihrer gegenseitigen Lage sowohl, als

83. 84. 85.



dem Ursprunge der Nervenpaare nach werden wir die hinterste Blase (A) für das kleine Gehirn, das große davorliegende Paar (B) für die Vierhügel, das vordere (C) für das große Gehirn halten. Nun aber treffen wir auch noch an der un=

Fig. 83, 84 und 85. Gehirn der Forelle (Salmo Fario) 3 mal vergrößert. (Nach L. Agassiz et C. Vogt: Anatomie des salmones. 1845). Fig. 83 von der linken Seite, Fig. 84—85 von oben gesehen, Fig. 85 mit eröffnetem Mittelhirn. A: kleines Gehirn, B: Mittelhirn, C: Vorderhirn, D: Riechnervenganglien. a: Rückenmark; b: verlängertes Mark; c: Hirnanhang; d: Stiele des kleinen Gehirns; e: Zirbeldrüse; f: großes unteres Ganglienpaar; i: kleines unteres Ganglienpaar; n: Ursprung des Sehnerven. — In dem eröffneten Mittelhirne Fig. 85 bedeutet l: die Höhle desselben, n: die Vierhügel, o: die Sehhügel, p: eine Commissur der Seitentheile vom Mittelhirn.



Fig. 98. Nervensystem der Eunice sanguinea Sav.; stark vergrößert. (Quatrefages in den Annales des sciences naturelles. 3e serie. Tome II. pl. 1. 1844.) a: Bandförmiger Verschmelzung des Gehirns und Rückenmarks; b: das durchgeschnittene Rückenmark; c, c, c: Ganglien an den Nerven der Füße; d, d: Schlundring; e, e: daraus entspringende untere Wurzeln des Eingeweidenerven; f, g: Schlingenverbindung zwischen diesen und den oberen aus dem Gehirne entspringenden Wurzeln.

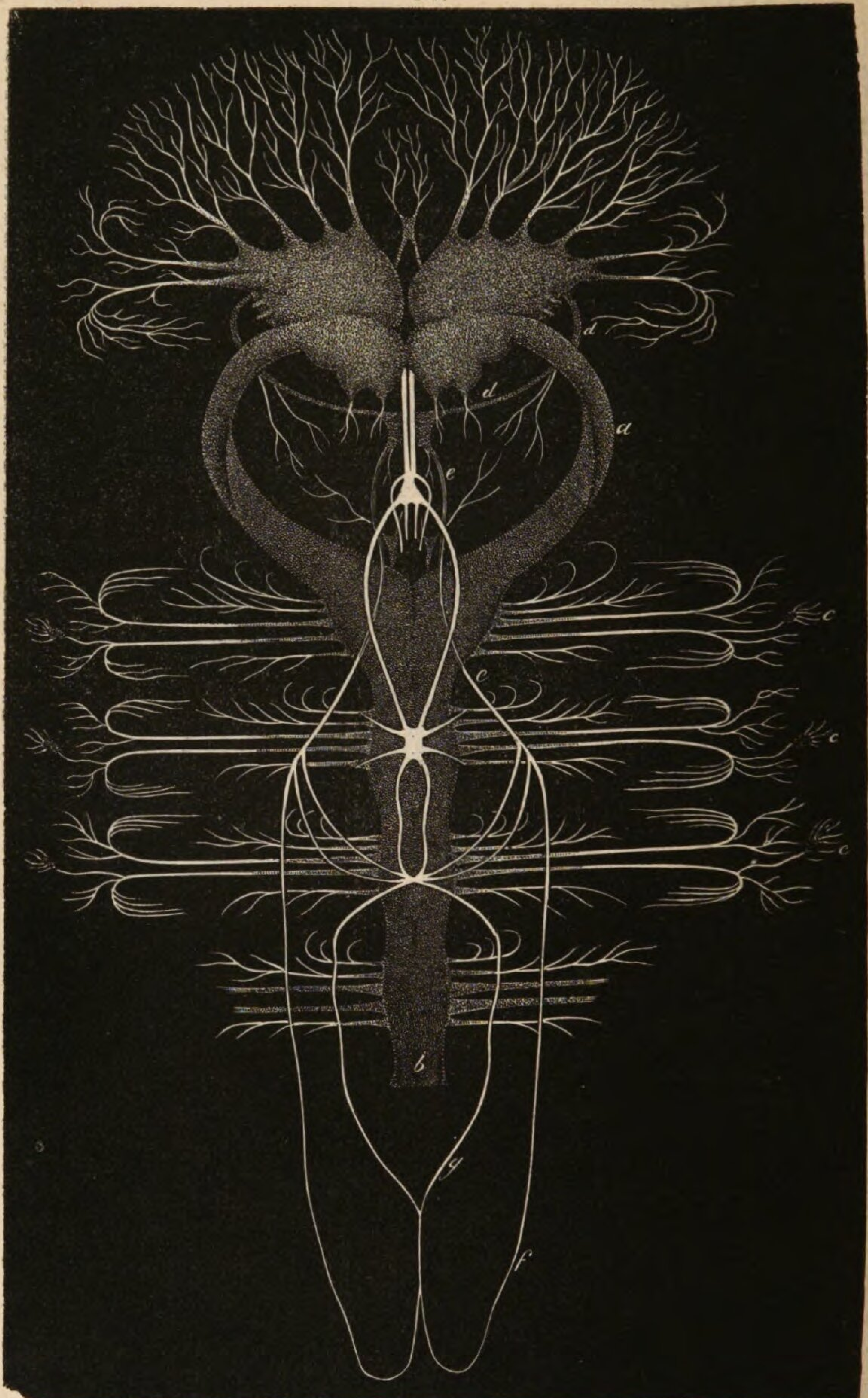


Fig. 86. Nervensystem der Eunice sanguinea Sav., stark vergrößert. (Quatrefages in den Annales des sciences naturelles. 3e serie. Tome II. pl. 1. 1844.) a: Bandförmiger Verbindungsstrang des Gehirns und Rückenmarkes; b: das durchgeschnittene Rückenmark; c, c, c: Ganglien an den Nerven der Füße; d, d: Schlundring; e, e: daraus entspringende untere Wurzeln des Eingeweidenerven; f, g: Schlingenverbindung zwischen diesen und den oberen aus dem Gehirne entspringenden Wurzeln.

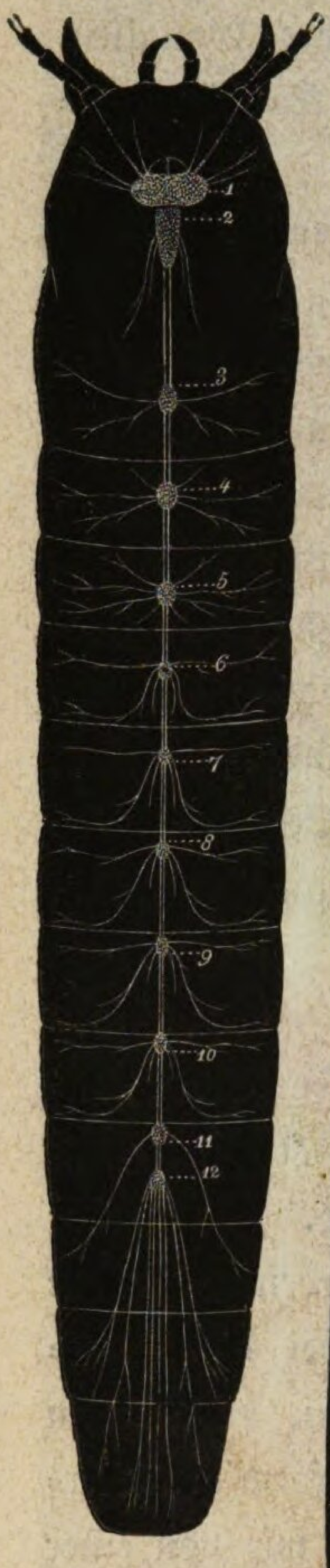
teren Fläche ein eigenes Ganglienpaar an (f), und im Innern des hinteren, großen Ganglienpaares mehre Ganglien, die wohl berechtigt scheinen, als Vierhügel und Sehhügel gedeutet zu werden.

Werfen wir nun noch einen Blick aufs Nervensystem der wirbellosen Thiere!

Es ist höchst wahrscheinlich, daß auch noch bei diesen Thieren das Nervensystem aus drei Abtheilungen bestehe, die den 3 Hauptcentraltheilen mit ihren Leitungsröhren entsprechen. Diese wären also: 1) ein peripherisches Gangliensystem mit seinen organischen Nerven, 2) ein dem Rückenmark entsprechender Centraltheil mit den Gefühls- und Bewegungsnerven, und 3) ein oder mehre dem Gehirne entsprechende Ganglien, die unmittelbar mit den höheren Sinnesnerven, mittelbar (durchs Rückenmark) mit den Gefühls- und Bewegungsnerven in Verbindung stehen.

Betrachten wir einmal das Nervensystem eines kleinen Würmchens, wie es der ausgezeichnete neuere Forscher Quatrefages dargestellt hat! Wir treffen hier im Kopfe erst 2 große Ganglienpaare, das Gehirn darstellend. Zahlreiche Nervenzweige strahlen von ihm an die verschiedenen Organe des Kopfes aus. Das Rückenmark (hinten bei b durchgeschnitten) liegt in der Mittellinie der Bauchfläche. Mit dem Gehirne ist es an jeder Seite durch einen bandförmigen Nerventheil (a) verbunden, von dem die Speiseröhre wie von einer Schlinge umfaßt wird (etwa das verlängerte Mark?). Der gegliederten Körperform entsprechend, ist das Rückenmark perlenschnurförmig angeschwollen, und aus jeder seiner Anschwellungen steigen die Gefühls- und Bewegungsnerven hervor. Außerdem sieht man nun aber (d, e, f, g), besonders am Darmrohre, einen Eingeweidenerven mit eigenen Ganglien vorn mit beiden Gehirnganglienpaaren verbunden.

86.



87.

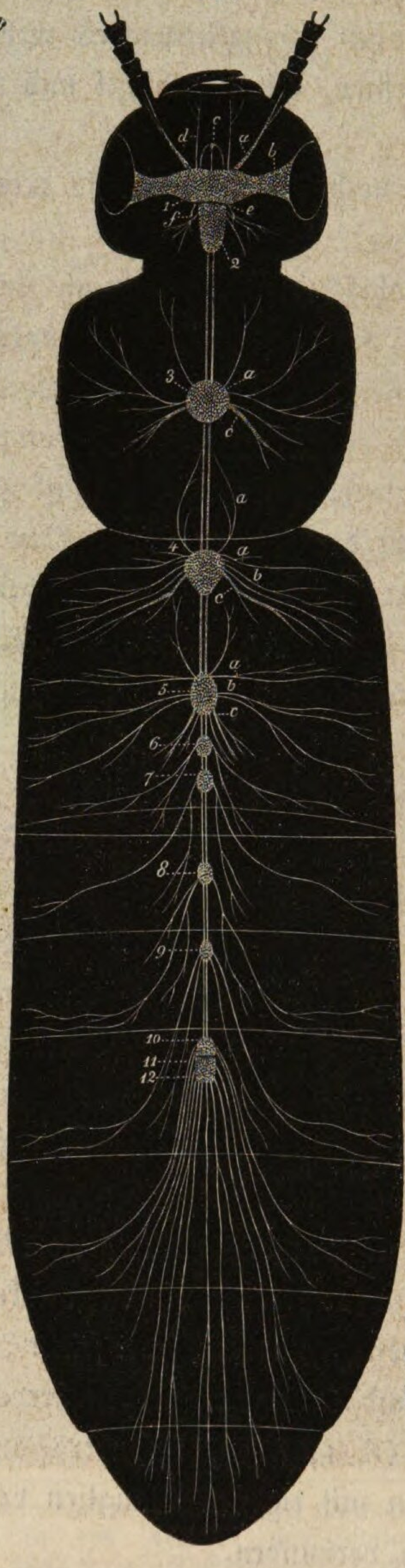


Fig. 86. Nervensystem der Larve von Staphylinus olens Lin.

Fig. 87. Nervensystem von Staphylinus maxillosus Lin. Beide Figuren nach Blanchard in Annal. d. sciences nat. 3e. serie Tome 5. 1846. Tab. 9, fig. 5 und 4. 1: Gehirnganglien. Von den daraus entspringenden Nerven sind a: die der Fühlhörner; b: Sehnerven; c: das Stirnganglion; d: Nerven der Oberlippe; e: des Rückengefäßes; f: der Tracheen. — 2: unteres Speiseröhrenganglion. — 3: Ganglion des Vorderbrustringes, von dessen Nerven a: den Muskeln im Allgemeinen, c: dem vorderen Fußpaar angehören. 4: Ganglion des Mittelbrustringes, von dessen Nerven a den Flügeldecken, b den Muskeln im Allgemeinen, c dem 2ten Fußpaare bestimmt sind. 5: Ganglion des Hinterbrustringes, von dessen Nerven a in die Flügel, b in die Muskeln im Allgemeinen, c in das 3te Fußpaar steigen. 6—12: Hinterleibsganglien.

Bei jenem Würmchen liegt also nur das Gehirn an der Rückenfläche, das Rückenmark hingegen die Mittellinie der Bauchfläche entlang; ihre Vereinigung geschieht mittelst einer Nervenschlinge, die den Schlund umfaßt. Das Darmrohr geht folglich gewissermaßen durch das Centralnervensystem. Diese so abweichende Lage der Theile findet sich nun bei allen wirbellosen Thieren wieder. Die beiden das Rückenmark darstellenden Stränge an der Mittellinie der Bauchfläche sind besonders bei den Insecten in jeder Abtheilung des gegliederten Körpers stark angeschwollen, und zwar in geradem Verhältniß zur Entwickelung derselben. Also greift denn die „Metamorphose" auch in die Form dieser tiefliegenden Organe ein. (Fig. 86 und 87).

Was ergiebt sich denn nun eigentlich aus der Vergleichung aller dieser verschiedenen Formen des Gehirns und des ganzen Nervensystems?

Es ergiebt sich zuvörderst der überaus wichtige Satz, daß jedem Haupttypus der körperlichen Organisation auch ein Haupttypus im Gehirnbau entspreche. Die Wirbelthiere lassen sich, wie im ganzen Körperbau, so auch in dem Bau und der Anordnung des Nervensystems den wirbellosen Thieren entgegenstellen. Unter den Wirbelthieren unterscheidet man die bekannten vier Linné'ischen Klassen — jedem entspricht ein ganz eigenthümlicher Bau des Gehirns, und das Gehirn der Flußschildkröte ist nach demselben Plane gebaut, als das des Krokodils; das der Gans nach demselben, als das des Habichts oder des Papageis. Allerdings kommen wieder in jeder Klasse manche beachtungswerthe Verschiedenheiten vor, wie wir dies besonders an den Säugethiergehirnen gesehen. Allein das Gehirn des Braunfisches, des Kaninchens und der Katze behält doch immer noch den allgemeinen Character des Säugethiergehirns im Gegensatz zu dem des Vogel-,

Amphibien- oder Fischgehirns. Diesem Gesetze ist es nun vollkommen entsprechend, daß die Affen mit dem Menschen eine eben so große Aehnlichkeit hinsichtlich des Gehirns, als hinsichtlich des ganzen Körperbaues zeigen. Gestehen wir es nur, wir hatten ein anderes Resultat erwartet; denn wie sollten wir es nicht, wenn wir nun einmal das Gehirn für das Organ der verschiedenen thierischen Triebe und der geistigen Thätigkeit anerkannt haben? Sollte man nicht glauben, daß das „Seelenorgan" eines Menschen von dem eines Affen wenigstens so verschieden sei, wie das eines Braunfisches von dem einer Gans oder einer Schildkröte? daß, wenn irgendwo in der Thierreihe ein eigener Plan im Gehirnbau obwalte, so müßte es vorzugsweise im Gehirne des Menschen sein? Und wenn dies nun nicht der Fall ist, wollen wir uns dann in unserer Eitelkeit damit befriedigen lassen, daß unser Gehirn doch etwas größer ist, als das des Troglodyten, mehre Windungen hat als das fast aller andern Thiere u. s. w.? Ich denke, das wollen wir nicht; ich vermuthe, wir müssen das Verhältniß von einer ganz anderen Seite betrachten. Doch erlauben Sie mir, daß ich, meinem Plane gemäß, diesen Gegenstand erst in einer folgenden Stunde etwas ausführlicher bespreche. Hier wurde Ihnen ja die Reihe von Gehirnformen hauptsächlich deshalb vorgeführt, damit Sie sähen, wie wenig sich daraus ergebe, um die Bedeutung der einzelnen Gehirnabtheilungen herauszufinden. Es wurde Ihre Erwartung nicht voraus gespannt — dazu war nun freilich, wie Sie sehen, auch gar keine Veranlassung.

q. Versuche an lebenden Thieren.

Die Mikroskopie hat es nicht vermocht, bis auf den Kern der gegenseitigen Verbindung zwischen den Leitungsröhren und den Gehirnzellen zu dringen; die vergleichende Anatomie hat

uns keinen Aufschluß geben können über die einzelnen Organe der Geistesthätigkeit. Das Gehirn des Menschen enthält keine besondere Abtheilungen, die nicht auch in jedem Säugethiergehirne zu finden seien, ist noch außerdem ganz nach demselben Plane gebaut. Benutzen wir aber nun diesen letzteren Umstand, um uns wo möglich in diesem Labyrinthe noch zurecht zu finden! Ist man doch nun einmal der Meinung, daß es erlaubt sei, Thiere auf dem Altare der Wissenschaft zu opfern, so wäre doch wohl hier gerade ein mächtiger Sporn, um davon Gebrauch zu machen. Man nehme an einem Säugethiere diese, an einem andern jene Region des Gehirns hinweg, und beobachte, welche besondere geistige Thätigkeiten dadurch verloren gehen!

Glauben Sie doch ja nicht, das man dies unterlassen! — „Und hat es denn der Wissenschaft keine Ausbeute geleistet?" Allerdings! Die Forschung der Natur ist nie ohne Ausbeute. Wir finden immer etwas — allein höchst selten finden wir, was wir eben gesucht oder erwartet.

Wir haben irgend ein lebendes Säugethier vor uns. Es sei z. B. ein Kaninchen. Wir schneiden ihm die Decke des Hirnschädels ab, und entblößen die ganze Oberfläche der Seitentheile des großen Gehirns. Wir beobachten erst die bereits erwähnten Bewegungen an demselben. Wir berühren es — das Thier scheint davon gar nicht afficirt zu werden. Wir schneiden etwas hinein; lassen das Messer tiefer eindringen; nehmen ein großes Stück von dem einen Seitentheile ganz weg — das Thier giebt kein Zeichen des Schmerzes, kein Zeichen, daß es dieser gewaltsamen Eingriffe gewahre. Erst wenn wir mit dem Instrumente an die in der Tiefe liegenden großen Gehirnganglien oder an das kleine Gehirn gelangen, treten Zeichen des Schmerzes ein.

Die Seitentheile des großen Gehirns sind ganz gefühllos! — Eine höchst wichtige Thatsache! Von den Rückenmarksnerven, haben wir schon gesehen, daß nur die centripetalen in ihrem Zusammenhange mit den hinteren Rückenmarkssträngen empfindsam sind. Um so mehr sind es diese Stränge selbst, und zwar in ihrem ganzen Verlaufe bis ins kleine Gehirn, in die Vierhügel, die Sehhügel und die gestreiften Hirnganglien. In die Seitentheile des großen Gehirns lassen die Markröhren dieser Stränge sich nicht verfolgen; und wenn hier nun auch noch die Empfindsamkeit aufhört, so kann dies doch wohl nur bedeuten, daß die Leitung der äußeren Eindrücke gerade hier ihr Ziel erreicht, daß also hier der eigentliche Centraltheil ist für die Auffassung der Leitung von Außen. Der Centraltheil für die Leitung der äußeren Eindrücke wäre demnach nicht, was man etwa erwartet, einem Punkte gleich zu stellen; er liegt vielmehr in dem ganzen Umfange des kleinen Gehirns und dann noch überall in den Seitentheilen, wo diese die Hirnganglien zunächst umfassen.

Sollte sich durch die Vivisectionen nicht auch der Centraltheil ausfinden lassen, aus welchem die freie Willensbestimmung für die Körperbewegungen ihren Ursprung haben? Wir wissen schon, daß jede solche vom Gehirne ausgeht; denn im gehirnlosen Körper ist sie ja für immer ausgeschlossen. Es gilt nur noch zu erfahren, ob sie von der ganzen Ausstreckung des Gehirns, oder vielleicht nur von einem einzelnen Theile desselben herrühre.

Die Bewegungsstränge des Rückenmarks scheinen fast mit allen Theilen des Gehirns in Verbindung zu stehen, ganz besonders jedoch, indem sie durch die gestreiften Ganglien fächerförmig in die Seitentheile des großen Gehirns ausstrahlen (Reil'scher Stabkranz). Ein scharfes Messer ist durch diese Markröhrenausstrahlung der rechten Seite geführt; das

Thier darauf frei gelassen. Es läuft davon — nicht aber gerade aus, sondern in einem Kreisbogen rechts, und immer rechts, durchaus so, wie das Pferd auf der Reitbahn. An einem andern Thiere ist ein Querschnitt dicht hinter den Streifenhügeln gemacht; — das Thier springt augenblicklich gerade vorwärts, bleibt aber darauf ruhig. Wieder an einem andern ist der größte Theil des kleinen Gehirns hinweggenommen; das Thier will entfliehen, hält aber dabei den Nacken stark nach hinten gekrümmt, und kommt mehr rückwärts als vorwärts. Endlich sei auch noch an einem lebenden Thiere die Querverbindung der beiden Seitentheile des kleinen Gehirns durch einen Einschnitt in die Brücke getrennt — bei jedem Versuche zu entfliehen, rollt sich das Thier immer nur um sich selbst herum.

Wie verschieden sind nicht diese Erscheinungen von jenen, die wir als Folgen der Rückenmarkverletzungen kennen lernten! Und dennoch ist offenbar hier nicht weniger als dort eine Art Lähmung vorhanden. Die Lähmung hat aber hier nicht gewisse Muskeln oder Muskelpartien getroffen — denn am Thiere, das unwiderstehlich im Reitbahnlaufe dahin eilt, oder um seine eigene Achse sich wälzt, sind sämmtliche Muskeln der Beine durch eine Anregung vom Gehirne aus in volle Thätigkeit gesetzt — die Willensbestimmung selbst ist es, die in einzelnen, für jeden Schnitt besonderen Richtungen gelähmt worden.

Die eben genannten Erscheinungen — übrigens denen des Schwindels nahe verwandt, im Grunde auch schon einmal früher besprochen, und zwar unter dem Namen der „Drehkrankheit" als Folge eines im Gehirn der Schafe nistenden Blasenwurms — eignen sich nun ganz besonders, um jede Hoffnung vollends niederzuschlagen, die wir etwa noch genährt haben mögen, im Gehirne einen einzelnen Central-**Punkt** für die doppelte Nervenleitung aufzufinden. Von den Gefühlsnerven haben wir angenommen, daß einige, namentlich

von den speciellen Gefühlsorganen, unmittelbar ins Gehirn hineingelangen, andere nur mittelbar durch einen gemeinsamen Repräsentanten vom Rückenmarke her. Diese Gefühlsröhren, wodurch die äußeren Eindrücke im Allgemeinen unserem Bewußtsein zugeleitet werden, sahen wir in die verschiedenen Hirnganglien und zumal ins kleine Gehirn sich zerstreuen. Die Bewegungsröhren für die einzelnen Muskeln, haben wir angenommen, gehen alle vom Rückenmarke aus, und zwar von dessen inwendiger grauer Ganglienmasse, während diese Masse selbst nur durch solche Markröhren mit dem Gehirne in Verbindung steht, als wodurch das beabsichtigte Resultat der Muskelthätigkeit geleitet wird. Wir sehen nun, daß auch die Willensbestimmung für die Gesammtbewegungen des Körpers von den Seitentheilen des großen und kleinen Gehirns in deren ganzem Umfange ausgeht, denn durch die Unterbrechung der Leitung von irgend einer Gegend der Seitentheile wird auch immer die Ausführung in einer bestimmten Beziehung vereitelt. Als Sitz des Bewußtseins müssen folglich die Seitentheile des großen und kleinen Gehirns in ihrem ganzen Umfange anerkannt werden. Jede Region hat ihren besonderen Antheil an der freien Willensbestimmung der Körperbewegungen, so auch unzweifelhaft an dem bewußten Gefühle; ganz davon ausgeschlossen scheint keine Region derselben von jener oder dieser Thätigkeit zu sein. Es ist mit andern Worten keine Abtheilung dieser Centraltheile ausschließlich fürs Gefühl oder für die freie Willkühr bestimmt.

Der Centraltheil, worin alle bewußte Empfindung ausmündet, woraus alle freie Willensbestimmung entspringt, muß auch die körperliche Werkstätte der geistigen Thätigkeit sein. Und wie ist nun diese in ihrer mannichfaltigen Verschiedenheit darin vertheilt? Die Vivisectionen geben uns darüber keinen Aufschluß. Die allmählige Weg-

nahme der Seitentheile des Gehirns scheint in einem entsprechenden Verhältnisse das Thier auf das unbewußte „Rückenmarksleben" zurückzuführen, das wir an den gehirnlosen Thieren kennen gelernt. Daß dabei aber die von den Psychologen angenommenen besonderen Geistesthätigkeiten eine nach der andern erlöschen sollten, ist aus den dabei stattfindenden Erscheinungen nicht zu entnehmen.

r. Vergleichung verschiedener Menschengehirne.

Nehmen wir denn, um diese wichtige Aufgabe zu lösen, zur Vergleichung der menschlichen Gehirne unsere Zuflucht!

Man weiß, wie verschieden begabt die einzelnen Menschen hinsichtlich der geistigen Anlagen sind; man weiß, daß dies nicht nur für die Anlagen im Allgemeinen, sondern auch noch für jede im Besonderen gilt. Der Gedanke liegt nun sehr nahe, daß so wie bei angeborenem Blödsinn das ganze Gehirn in der Regel winzig klein ist, bei ausgezeichneten Menschen hingegen oft ungewöhnlich groß, so möchte bei jeder starken Entwickelung einer einzelnen Geistesanlage auch eine besondere Gehirnabtheilung entsprechend entwickelt sein, namentlich an der auswendigen Oberfläche der Seitentheile, wo wir nun einmal die Werkstätte der geistigen Thätigkeit anerkannt. Bis dahin wird also von Seiten der Physiologie kaum etwas gegen die phrenologischen Ansichten einzuwenden sein. Wenn aber nun die Phrenologen, um ihre vermeintlichen Hirnorgane an dieser großen, stark gefalteten, von Zellenschichten belegten Oberfläche aufzusuchen, nicht in die Tiefe ihrer Falten eindringen, sondern sich eben nur an die zu Tage liegenden Umbiegungen (Windungen) halten, so muß man schon die Gründlichkeit dieser Untersuchungen in Zweifel ziehen. Der Begründer der Phrenologie und Cranioskopie, Dr. Gall, ging nun aber von dem zu Tage liegenden Theile der Gehirn-

oberfläche auf den Schädel selbst über, was für die inwendige Fläche noch in so fern gebilligt werden könnte, als allerdings hieran die Erhöhungen und Vertiefungen der Gehirnoberfläche selbst größtentheils recht deutlich wie abgedruckt erscheinen. Es war aber den Cranioskopen darum zu thun, die vermeintlichen Hirnorgane an dem lebenden Menschen zu beurtheilen, und also machten sie einen gewaltsamen Schritt weiter auf diesem höchst unsicheren Pfade, indem sie dieselben vermeintlichen Organe an der auswendigen Schädelfläche nachzuweisen strebten. Dieser Schritt ist am allerwenigsten zu billigen, denn es ist nun einmal eine Thatsache, von deren Richtigkeit man sich an jedem, besonders an einem vollentwickelten Schädel sogleich überzeugen kann, daß die Erhöhungen und Vertiefungen der auswendigen Fläche durchaus nicht denen der inwendigen entsprechen. Der Schädel besteht aus zwei Knochenplatten, zwischen denen beim Erwachsenen eine lockere mit größeren Blutgefäßen reichlich versehene Knochenmasse sich befindet. Nur an der inwendigen Platte werden die Erhöhungen und Vertiefungen der Gehirnoberfläche wie abgeprägt; an der auswendigen entsprechen die Erhöhungen und Vertiefungen vielmehr den hier ansitzenden Muskeln und Sehnenhäuten, an der Stirne auch noch den mit der Nasenhöhle in Verbindung stehenden Stirnhöhlen.

Den Cranioskopen kann diese Thatsache nicht unbekannt sein. Um ihre Lehre dagegen zu wehren, stellen sie die Behauptung auf, es gehe nicht desto weniger aus ihren Beobachtungen hervor, daß bei dem Vorherrschen gewisser Geistesthätigkeiten bestimmte Gegenden an dieser auswendigen Knochenplatte stärker sich entwickeln. Durch eine solche Behauptung tritt nun aber die ganze Lehre aus dem Gebiete der rationellen Wissenschaften, und wird andern Lehren aufs Nächste verwandt, denen zufolge die Verschiedenheiten des geistigen Characters

auch z. B. an der Form der Nase, der Lippen, des äußeren Ohres oder gar der Furchen in der Hohlhandfläche zu erkennen seien.

In dem Gall'schen Systeme ist das kleine Gehirn als das Organ des Geschlechtstriebes aufgestellt. Wenn es nun an und für sich schon auffallend sein muß, diesem Triebe eine eigene Hauptabtheilung des „Seelenorgans" angewiesen zu finden, so muß es zumal dem vergleichenden Anatomen sonderbar erscheinen, daß dazu das kleine Gehirn in Anspruch genommen wird; denn dieses geht ja hinsichtlich des Entwickelungsgrades mit dem großen gemeiniglich Hand an Hand. Am stärksten entwickelt finden wir es beim Menschen, sehr schwach bereits bei allen Vögeln und um so viel schwächer bei den Amphibien und Fischen. Die Gall'sche Schule gründet ihre Ansicht auf die Erfahrung, daß das kleine Gehirn mit dem Geschlechtstriebe eine gewisse Sympathie zeigt. Vergessen wir aber ja nicht, daß dies auch mit vielen andern Körpertheilen der Fall ist, ohne daß Solches auch nur im Geringsten zu erklären sei! So namentlich mit den Stimmorganen, mit dem Haarwuchse, und bei einigen Thieren merkwürdigerweise allerdings mit einer gewissen Gegend der äußeren Schädelplatte — jedoch nicht derjenigen, die das kleine Gehirn deckt, sondern mit den Seitentheilen der Stirngegend! denn an den castrirten Hirschen sieht man das Geweihe verkümmern oder das folgende Jahr gänzlich ausbleiben.

Es sind in neuerer Zeit manche Versuche gemacht worden, der Cranioskopie eine sichere Grundlage zu verschaffen. Unser als Physiker und Mathematiker rühmlich bekannter Rector Simesen hat in den Schriften der Königl. dänischen Gesellschaft der Wissenschaften eine Methode angegeben, mittelst eines eigenen Instruments den Hirnschädel in allen Richtungen mathematisch auszumessen. Von den verschiedenen Personen,

an die er seine Methode angewandt, muß besonders der bekannte Rechenmeister Dase unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Den Angaben einiger berühmten Cranioskopen zufolge wäre sein „Zahlenorgan“ allerdings bedeutend oder sehr bedeutend entwickelt. Mathematisch ausgemessen von Simesen hat es sich als mittelmäßig groß gezeigt.

Einen ganz verschiedenen Weg hat der geistreiche Naturforscher, Hofrath J. G. Carus eingeschlagen. Er verwirft die Gall'schen Organe im Allgemeinen, und sucht eine neue Cranioskopie auf die Ansicht zu begründen, daß die drei Hauptformen des Seelenlebens: Erkennen, Fühlen und Wollen in den drei ursprünglichen Hauptabtheilungen des Gehirns: 1) den Seh- und Streifenhügeln mit den Seitentheilen (Hemisphären) des großen Gehirns, 2) den Vierhügeln und 3) dem kleinen Gehirn gegeben wären. Gesetzt — nicht zugegeben — daß diese Ansicht eine beweislich richtige wäre, bleibt es doch immer noch schwer einzusehen, wie sich darauf eine Cranioskopie sollte begründen lassen. Der Theil des Schädels, worauf das kleine Gehirn ruht, liegt in der Tiefe des Nackens, von den dortigen Muskeln bedeckt. Die Vierhügel liegen bereits lange vor der Geburt in der Tiefe des Gehirns weit von der Schädeldecke entfernt. In welcher Richtung auch der Schädel am stärksten entwickelt ist, vorn, in der Mitte oder hinten, werden wir dadurch immer doch nur auf die entsprechende Form der Seitentheile des großen Gehirns geleitet, durchaus nicht auf die Größe der Vierhügel oder des kleinen Gehirns. Sollte die Erfahrung es wirklich zeigen, daß bei dem Menschen, je nachdem der vordere, der mittlere oder der hintere Theil des Schädels am stärksten entwickelt, auch das Erkennen, oder das Gemüth, oder das Wollen und Begehren die vorherrschende Richtung der Geistesthätigkeit sei, so würde dies doch kaum aus der Ansicht des berühmten Gelehrten über

die Bedeutung der drei ursprünglichen Gehirnblasen zu erklären sein.

s. Schluß.

Als wir zur Betrachtung der Nerventhätigkeit schritten, wie einfach, wie klar erschien sie uns, so lange nur noch von den eigentlichen Nerven die Rede war, den Leitungsröhren wodurch der ganze thierische Organismus dem Bewußtsein unterworfen wird! Sogar die Art und Weise, wie die Leitung in ihnen zu Stande kommt, scheint durch die ausgezeichneten Forschungen von Du Bois Reymond ins Bereich der exacten Physik gebracht zu sein (vergl. Pag. 61). — Als wir nun aber zur Betrachtung des Organs schritten, wohin und von wo aus eine solche Leitung von Statten geht — was hatte ich Ihnen weiter mitzutheilen, als daß hier ein ungemein verwickelter Bau stattfindet, den man trotz aller Bemühungen noch nicht bis auf den Kern erforscht, über dessen verschiedenartige Bedeutung weder Vivisectionen noch anatomische Untersuchungen durch die ganze Thierreihe und alle Entwickelungsstufen irgend einen genügenden Aufschluß verschafft, und über dessen Wirkungsweise im Dienste des Bewußtseins auch kaum irgend ein Ausgangspunkt für fernere Untersuchungen bis jetzt gewonnen ist?

Und wäre es Ihnen etwa lieber gewesen zu erfahren, das ganze Gehirnleben entstünde als eine nothwendige Folge der physischen und chemischen Eigenschaften, oder des ganzen Baues vom großen und kleinen Gehirn? würde es Ihrem Verstande und Herzen eine Befriedigung gewährt haben zu hören, das ganze Seelenleben sei weiter nichts als ein electro-galvanischer Prozeß?

Erinnern Sie sich noch der Worte, die ich aussprach, als wir eben im Begriffe standen, die lange Bahn zu betreten,

auf der ich Ihnen die leitende Hand gereicht? „Auch Naturforscher", hieß es, „müssen sich begnügen zu sehen, was ihnen eben vorliegt, zu ahnen, was noch zu sehen sei; bei jedem Schritte vorwärts immer mehr sich zu überzeugen, daß der Weg unendlich lang ist zum eigentlichen Ziele, wo das Innerste der Natur sich uns erschließen sollte. Aber auf dem Wege selbst", hieß es ferner, „gewährt jeder Schritt eine wohlthuende Freude, eine Befriedigung, die durch die immer steigende Ueberzeugung von der Unendlichkeit des Weges in demselben Verhältniß gewissermaßen gesteigert wird". — Daß ich mich nur hierin nicht getäuscht!

II. Sinnesthätigkeit.

a. Specifische Verschiedenheit der Sinne; b. Verwechselung der verschiedenen Sinnesempfindungen; c. Gefühl, Geruch, Geschmack; d. Bau des menschlichen Ohres; e. Gehörorgane der Thiere; f. Licht; g. Bau des Auges; h. Optik des menschlichen Auges; i. Auffassung des Gesehenen.

---

a. Specifische Verschiedenheit der Sinne.

Unter den Nerven des animalen Lebens haben wir zwei entgegengesetzte Klassen kennen gelernt: 1) die centrifugalen, die die Muskelthätigkeit hervorrufen, also auch motorische oder Bewegungsnerven genannt werden können, und 2) die centripetalen, die dem Bewußtsein die äußeren Eindrücke mittheilen. Diese letzeren haben wir nun noch etwas genauer zu betrachten, und zwar besonders hinsichtlich der verschiedenen Form, in der die äußeren Eindrücke durch sie dem Bewußtsein mitgetheilt werden.

Von den fünf Sinnen ist, wie Jeder weiß, der Gefühlssinn über die ganze Oberfläche, zum Theil auch auf die mehr inwendig gelegenen Organe verbreitet, während der Geschmacks- und der Geruchsinn auf die Schleimfläche der Zunge und der Nase, das Gehör und der Gesichtssinn auf das Ohr und das Auge beschränkt sind. Warum dies also eingerichtet, ist nicht schwer zu beantworten. Wir erkennen sogleich, daß nur derjenige Sinn, wodurch wir die unmittelbare Berührung fester

Körper vernehmen, überall an der Oberfläche verbreitet werden mußte, während der Geschmackssinn um die Nahrungsmittel, der Geruchssinn um die eingeathmete Luft zu prüfen, eben so natürlich, jener auf das active Organ des Schluckens, dieser auf den Vorhof der Einathmungswege beschränkt werden konnte. Am sichersten geschützt, und somit am tiefsten verborgen, sind die Sinnesflächen, wodurch das Licht, und diejenigen, wodurch die zartesten Schwingungen der elastischen Körper aufgefaßt werden: denn kaum weniger geschützt liegt die Netzhaut hinten an der inneren Wand des Augapfels, als das Gehörorgan im Innern des Schädels verborgen.

Diese Lage der verschiedenen Sinnesorgane entspricht also allerdings aufs Vollkommenste ihrer verschiedenen Verrichtung im Dienste des Organismus. Allein aus dieser Lage selbst entsteht offenbar nicht die Verschiedenheit ihrer Verrichtung. Fragen wir nun, woher entsteht sie denn eigentlich? so lehrt die Geschichte der Wissenschaft, daß man sich bis vor etwa 25 Jahren mit einer Erklärung begnügt, womit man im täglichen Leben auch wohl anjetzt noch sich begnügen läßt, mit der nämlich, daß es für jeden verschiedenen Sinn auch noch ein besonders gebautes Sinnesorgan giebt; wobei man sich denn auch wohl gedacht, daß namentlich der Gehör- und der Sehnerv ganz vorzüglich empfindsam seien. Allein der erste Schritt, den wir in der Lehre von den äußeren Sinnen zu thun haben, besteht gerade darin, daß wir diese Ansicht für eine durchaus unrichtige anerkennen und somit aufgeben.

Wenn man an einem lebenden Thiere einen Gefühlsnerven, und ganz besonders vielleicht den des Antlitzes (das 5te Paar) berührt, so wird das Thier sich kaum enthalten, gewaltsam aufzuschreien; wie würde es sich wohl verhalten, wenn man den Sehnerven berührte — den Nerven, der sogar für das Licht so empfindsam sich zeigt! Ich werde Ihnen hier

gleich anfangs sagen, wie das Thier sich dabei verhält. Man mag den Sehnerven berühren, stechen, kneifen, reizen wie man auch will, dem Thiere ist nicht anzumerken, daß es sich dessen bewußt werde. Ob das auch beim Menschen der Fall sein sollte? Ganz gewiß. Ich bin einmal zugegen gewesen, als mein Lehrer Magendie einer alten Frau bei einer Augenoperation die Nadel bis auf den Boden des Augapfels brachte, also ganz offenbar die Sinnesfläche dieses Organs nicht gar sanft berührte, wovon ich mich auch noch durch Anlegen meiner Finger an die Nadel überzeugte. Auf die Frage, ob es weh thue? war die Antwort der Patientin immer nur: „du tout, du tout". Glauben Sie ja nicht, daß hier der wißbegierige Physiologe der Kranken irgend etwas zu Leide gethan. Die Operation gelang aufs Vollständigste, und ich war auch noch Zeuge, wie die Operirte ihre Freude über das wiedererlangte Gesicht auszudrücken suchte, indem sie die Hand des glücklichen Operateurs ergriff, um sie an ihre Lippen zu führen. „Vernahm sie denn wirklich gar nichts bei der Reizung der Netzhaut im Auge?" Allerdings — sie vernahm ein Leuchten, was ihr, der damaligen Blinden keinesweges unangenehm sein konnte. Sie vernahm ein Leuchten gerade der Art, wie wir vernehmen, wenn eine schwache galvanische Entladung unser Auge trifft, oder wenn wir auch nur unseren Augapfel hinten etwas mit dem Finger drücken.

Was geschieht denn wohl, wenn man den Gehörnerven reizt? Kaum brauche ich es wohl zu sagen. Es verursacht keinen eigentlichen Schmerz; es macht nur glauben, man höre poltern. Dies ist auch der Fall, wenn wir die galvanische Entladung aufs Ohr fallen lassen; auf die Zunge hingegen erregt der Galvanismus eine Geschmacksempfindung. Daß nun auf der andern Seite das Licht, die Töne und die chemischen Auflösungen, auf die Gefühlsnerven angebracht, nicht

gesehen, gehört oder geschmeckt werden, versteht sich von selbst, und Sie haben somit alle die Erfahrungen, die überhaupt nöthig sind, um jene falsche Ansicht durch eine richtige zu ersetzen. Und diese lautet nun folgendermaßen.

An und für sich leuchtet nicht das Licht, tönen nicht die Vibrationen der elastischen Körper. Daß jenes uns zu leuchten, diese uns zu tönen scheinen, beruht nur darauf, daß es in der Regel dem Lichte allein vorbehalten ist, bis zum Sehnerven, den Vibrationen bis zum Gehörnerven zu gelangen. Das Licht, namentlich das Sonnenlicht, wirkt auch, wie dies Ihnen schon früher angegeben worden, auf die Pflanzen ein. Es wird von diesen gewissermaßen percipirt; denn mehr oder weniger drehen sich ja fast alle Blumen und Blätter dem Lichte zu. Daß sie es aber als etwas Leuchtendes oder Helles auffassen sollten, würde eine durchaus unrichtige Vorstellung sein, und so dürfen wir denn auch nicht manchen niederen Thieren, z. B. den Polypen, gleich einen Gesichtssinn zuschreiben, wenn sie sich wie die Pflanzen dem Lichte zudrehen. Erst dann würden wir dazu berechtigt sein, wenn es gelänge, einen eigenen Nerven bei ihnen zu entdecken, von dem es wahrscheinlich sei, daß er dem specifischen Sehnerven entspräche. — Wie das Licht ohne Sehnerv durchaus nicht als leuchtend oder hell percipirt werden kann, so können auch die Vibrationen ohne Gehörnerv nicht als Töne aufgefaßt werden. Von den Gefühlsnerven werden sie es eben nur als ein Zittern oder ein Erbeben, und wie jenes Percipiren des Lichtes bei den augenlosen Thieren kein Sehen, so ist auch dies Percipiren der Vibrationen keinesweges ein Hören.

Sehen und Hören, wie auch Schmecken, Riechen und Fühlen, sind also nur verschiedene Formen, in denen die äußeren Eindrücke zu unserem Bewußtsein gelangen. Durch jeden Sinnesnerven geschieht

dies auf eine ganz eigenthümliche Weise, oder — wie man dies in der letzteren Zeit ausgedrückt hat — jeder Sinnesnerv hat seine „Energie"; und allerdings ist jeder Sinnesnerv vorzugsweise bestimmt, eine gewisse Art von Einwirkungen dem Bewußtsein mitzutheilen: als wie die des Lichtes, der Vibrationen, der flüchtigen, oder der aufgelösten chemischen Stoffe, oder endlich der festeren Körper im Allgemeinen; es hat, wie man sich ausdrückt, jeder Sinnesnerv seine „adäquaten" Einwirkungen; — allein wenn er von einer ihm nicht adäquaten getroffen wird, so theilt er auch diese auf die ihm eigenthümliche Weise dem Bewußtsein mit: der Sehnerv als Licht, der Gehörnerv als Laut oder Ton, der Gefühlsnerv als Schmerz.

b. Verwechselung der verschiedenen Sinnesempfindungen.

Indem die „Energie" jedes Sinnesnerven eine so durchaus eigenthümliche ist, läßt sie sich auch durchaus nicht durch Vergleichung mit irgend einer anderen verdeutlichen. Der im höchsten Grade Schwerhörige, dessen Ohr fast gar nicht die Schallnerven zu leiten vermag, während doch seine Gehörnerven ihre Energie besitzen, ist dadurch wesentlich von demjenigen verschieden, dem diese Energie fehlt. Nur dieser letztere ist absolut taub, und wenn er dies von der Geburt an gewesen, so vermag er von Schall und Ton sich auch gar keine Vorstellung zu machen. Ferner ist auch derjenige, dessen beide Augen dem Lichte völlig verschlossen, dessen Sehnerven jedoch unverletzt sind, in so fern nicht absolut blind, als er doch, namentlich von einem Druck aufs Auge, eine Lichtempfindung spürt. Ein solches Individuum hat ein anhaltendes Dunkel vor seinen Augen — während die absolut Blinden ein Dunkel eben so wenig vor ihren Augen, als wir z. B. vor unseren Fingerspitzen haben. Eine alte Anekdote von einem Theoretiker, der einem Blindgebornen durchaus eine Vorstellung

von der rothen Farbe geben wollte, ist sehr bezeichnend. „Jetzt habe ich es", rief endlich der Blinde, „die rothe Farbe ist etwa wie der Klang einer Trompete!" — Man hat sich öfters auf die Frage eingelassen, ob es wohl einen sechsten Sinn gebe. Es kann auch möglicherweise einmal gelingen, bei irgend einem Thiere ein ganz besonderes Organ mit einem eben so besonderen Nerven versehen zu entdecken, und es läßt sich alsdann nicht bestreiten, daß dadurch vielleicht die äußeren Einwirkungen wiederum auf eine ganz eigenthümliche Weise aufgefaßt werden. Wollten wir es aber dann noch versuchen, uns die Natur eines solchen sogenannten sechsten Sinnes genauer zu verdeutlichen, so würde es uns ganz gewiß nicht besser damit gehen, als jenem Theoretiker und seinem Schüler mit der rothen Farbe.

Das eben Mitgetheilte findet im practischen Leben eine reiche Anwendung. Es ist oft gar nicht leicht zu bestimmen, ob ein Mensch taub ist, oder nicht. Die wirklich Tauben vernehmen sehr deutlich, daß Jemand hinter ihnen hart auf den Fußboden tritt, oft auch noch wenn geschellt oder eine Violinsaite gestrichen wird; der Taubstummenlehrer ruft seine Schüler, indem er auf den Tisch schlägt, woran sie sitzen; ja die Taubstummen werden ganz allgemein fast eben so unangenehm als die Hörenden dadurch berührt, daß Jemand einen Griffel an der Tafel hinscheuert. In allen diesen Fällen vernimmt der Taube die Erschütterung nur durch die Gefühlsnerven, wodurch auch wir sie in der That gleichzeitig vernehmen; er aber fühlt sie nur — wir fühlen und hören sie zugleich. Unter den betrügerischen Charlatans giebt es manche, die es vorgeben, sogar angeborne Taubheit curiren zu können. Dergleichen Leute werden leicht mit offenen Armen empfangen, und ihr Betrug — mitunter auf Selbsttäuschung beruhend — gelingt um so leichter, indem der Taube selbst

geneigt ist, die ebenerwähnten Perceptionen für ein Hören zu halten. Aehnliche Täuschungen finden mit den Blindgebornen Statt. Wer hat nicht von Blinden gehört, die die Farben „fühlen" konnten? und wie Viele haben dies nicht ganz unbedingt in der Bedeutung genommen, als ob sie die Farben als solche percipirten? Allerdings sprechen nun die Blinden ganz gewöhnlich von ihren „grauen" und „schwarzen" Kleidern, wissen diese auch sogleich durchs Gefühl zu unterscheiden, aber nur indem jene von groberem, diese von feinerem Tuche gemacht sind. Bekannt ist die Geschichte, wodurch der Erfinder des sogenannten „thierischen Magnetismus", Mesmer, im Jahre 1777 genöthigt wurde, Wien zu verlassen. Ein junges Mädchen, das im dritten Lebensjahre das Gesicht verloren hatte, wäre in weniger als 3 Wochen durch diese Wunderkraft sehend geworden — also behauptete Mesmer, und also glaubten die Eltern und das arme Mädchen selbst! Die Versuche wollten aber leider nur gelingen, während der in Rapport mit ihr stehende Mesmer zugegen war! Es haben Magnetiseurs sich erdreistet vorzugeben, daß ein von ihnen Magnetisirter könne ein verschlossenes Buch lesen, wenn es ihm auf die Herzgrube gelegt werde — und mitunter haben sonst kluge, selbst gebildete Menschen dergleichen abgeschmackten Kunststücken Glauben geschenkt!

An den Sinnesflächen des Auges und des Ohres verbreiten sich nur die entsprechenden Sinnesnerven ohne Einmischung von Gefühlsnerven. In der Schleimhaut der Nase und der Zunge verhält es sich anders. Es verbreiten sich in jener gemeinschaftlich mit dem Geruchsnerven, in dieser mit dem Geschmacksnerven zahlreiche Zweige vom Antlitz-Gefühlsnerven, und folglich haben diese Sinnesflächen neben dem eigenthümlichen Sinne auch noch ein sehr scharfes Gefühl. Dies gilt ganz besonders zunächst nach außen hin, d. h. an den Nasen-

löchern und an der Zungenspitze. Die eingeathmete Luft und die Nahrungsmittel sollten zuvörderst hinsichtlich ihrer Schärfe geprüft werden, darauf erst hinsichtlich ihrer eigenthümlichen Natur. Diese zwei ganz verschiedenen, und durch verschiedenartige Nerven ausgeführten Prüfungen werden nun ganz gewöhnlich verwechselt, indem man jede Empfindung der Schärfe in der Nase dem Geruch, auf der Zunge dem Geschmack zuschreibt, wie z. B. den durch Salmiakspiritus, Senf oder Meerrettig hervorgebrachten Reiz, der doch auch an der äußeren Fläche des Auges eine schmerzliche Empfindung hervorruft. Wenn einem lebenden Thiere der Antlitz-Gefühlsnerv durchgeschnitten worden, ist auch diese Empfindsamkeit selbstfolglich eingebüßt, und es scheint dann, wenn man die angegebene Verschiedenheit der Sinne nicht sattsam beachtet, als ob der Geruch und der Geschmack verloren gegangen. Auch hat man sich dadurch verleiten lassen, den Gefühlsnerven der Zunge den Geschmacksnervenast (N. gustatorius) zu benennen. Umgekehrt wird es Ihnen jetzt auch verständlich sein, wie der in die Nase eingebrachte Salmiakgeist jenem Kaninchen (Pag. 283) ohne Gehirn und also ohne Geruchsnerven ein Geschrei entlocken konnte. Es geschah offenbar, indem die Einwirkung durch den Gefühlsnerven an das verlängerte Rückenmark gelangte, und von dort aus eine unbewußte Rückwirkung hervorrief.

c. Gefühl, Geruch, Geschmack.

Das Gefühl ist nicht weniger als jeder der übrigen vier Sinne eine ganz eigenthümliche Form, worin die äußeren Einwirkungen dem Bewußtsein mitgetheilt werden. Die Gefühlsnerven, die bereits in der Nervenlehre besprochen worden, behaupten mit vollem Rechte ihren eigenen Platz in der Klasse der Sinnesnerven. Wenn nun jedem Sinnesnerven zur Erfüllung seiner normalen Thätigkeit ein besonders gebautes

Organ angehört, so läßt sich als solches für die Gefühlsnerven die Hautfläche im Allgemeinen und die Gefühlswärzchen im Besondern nennen. In der That scheinen die Hautwärzchen nicht so ganz einfachen Baues zu sein. Die durchaus gefühllose Oberhaut gehört auch noch der Haut als Gefühlsorgan an. Wird sie abgenommen, z. B. durch ein Cantharidenpflaster, so zeigt sich die entblößte Lederhaut allerdings höchst empfindsam; ein eigentlicher Gefühlsinn, der uns von der Peripherie des berührenden Körpers benachrichtige, ist aber kaum mehr vorhanden. Auch hat an der Handfläche und sogar an den Fingerspitzen, wo doch das Gefühl besonders fein ist, die Oberhaut eine beträchtlichere Dicke als an den meisten anderen Stellen des Körpers; und Arbeitsleute fühlen oft noch sehr fein mit ihren „groben Händen".

Sie werden sich die Ansicht vergegenwärtigen, daß jede Grundröhre eines Gefühlsnerven eine bestimmte kleine Region der fühlenden Fläche repräsentire, und daß das Bewußtsein jede durch die Grundröhre empfangene Einwirkung auf diese Region zurückführe. Wie sich die Grundröhre an der ihr angewiesenen Region in anatomischer Hinsicht eigentlich verhält, ist erst in diesen letzteren Jahren nachgewiesen worden (hauptsächlich von den Professoren R. Wagner und Kölliker) Sie theilt sich in mehre äußerst zarte Fäden, die sich dann innerhalb des Bezirkes der Grundröhre ausbreiten. In diesem Bezirke liegen also eigentlich mehre der feinsten Nervenfäden ausgebreitet. Allein wie sie alle nur einer Grundröhre angehören, so gelangt auch der Eindruck auf den einen wie auf den andern dieser Fädchen immer nur als einer und derselbe zum Bewußtsein. Wir vermögen es nicht, in diesem Bezirke eine fernere Unterabtheilung zu unterscheiden, und zwei verschiedene Eindrücke auf ihn gelangen zu unserem Bewußtsein als ein einzelner.

Diese Erfahrung hat den geistreichen Prof. E. H. Weber in Leipzig auf eine Reihe von höchst interessanten Versuchen geleitet. An den verschiedenen Stellen der Oberfläche vom menschlichen Körper hat er untersucht, wie weit die zwei stumpfen Spitzen eines Cirkels von einander entfernt sein müssen, um beider Eindrücke als zwei zu unterscheiden. An der Zungenspitze ergab es sich, daß die Entfernung ½''' sein müsse, an den Fingerspitzen 1''', an manchen Stellen vom Rücken aber sogar 15—30'''. Dies jedoch nur in derjenigen Richtung, in der die Hautnerven liegen, nicht eben in der Querrichtung ihrer Lage. Demnach scheint es, daß die Bezirke der einzelnen Gefühlsgrundröhren an manchen Stellen sehr groß sind.

In der Nase und an der Zunge scheint die besondere Ausbildung der Schleimhaut, um als eigene Sinneswerkzeuge zu dienen, noch schwächer als an der Haut im Allgemeinen zu sein. Die größere oder geringere Entwickelung des Geruchs- und Geschmackssinnes beruht eines Theils auf dem Umfange der Sinnesfläche und anderen Theils auf der Anzahl der mit der entsprechenden Energie versehenen Nervengrundröhren. Wie groß die Anzahl dieser Grundröhren sei, läßt sich vergleichungsweise an der Dicke des Sinnesnerven erkennen; und wie verschieden in dieser Beziehung namentlich die Riechnerven sein können, haben wir schon Gelegenheit gehabt zu beobachten, indem wir das Gehirn des Kaninchens mit dem des Menschen verglichen. Am Braunfisch fehlen die Geruchsnerven ganz und gar.

Wenn wir hinsichtlich des Geruchsinnes den meisten Säugethieren nachstehen, scheint dagegen der Geschmackssinn uns um so viel feiner verliehen zu sein. Daß der letztgenannte Sinn bei vielen Thieren nur schwach entwickelt sei, läßt sich vielleicht weniger daraus entnehmen, daß die Oberhaut an ihrer Zunge dicker ist, bei den Katzen sogar mit scharfen Häk-

chen versehen, als vielmehr daraus, daß sie in der Wahl des Futters sich vom Geruche leiten lassen, und es darauf gleich verschlingen.

d. Bau des menschlichen Ohres.

Die Sinnesfläche, deren Energie darin besteht, die äußeren Eindrücke als Laut und Ton dem Bewußtsein mitzutheilen, liegt beim Menschen, wie auch bei allen Thieren, auf eine höchst eigenthümliche Art im Innern des Schädels verborgen, und zwar auf eine solche Art, daß sie durch die zartesten Vibrationen in eine zitternde Bewegung versetzt werden muß.

Wir wollen uns dieser tief verborgenen Sinnesfläche allmählig von außen her nähern, und wählen dazu den für die Schallwellen der Luft gewöhnlichen Weg.

Bei der Betrachtung des äußeren Ohres wollen wir uns nicht lange aufhalten. Für manche Säugethiere — wir brauchen nur an das Pferd, das Reh, den Hund zu denken — hat es allerdings eine nicht geringe Bedeutung. Es sitzt bei ihnen offenbar dem Gehörgange als ein Trichter an, dessen Eingang sich ganz nach Belieben den Schallwellen entgegen stellen läßt, und an dessen Stellung man gleich sieht, in welcher Richtung das Thier eben horcht. Beim Menschen eignet sich das äußere Ohr, seiner Form und angebornen Stellung nach, nur wenig, um auf eine entsprechende Weise benutzt zu werden; und daher rührt es wohl eben, daß wir die Muskeln so überaus selten benutzen, die uns doch verliehen sind, theils um das ganze Ohr zu heben, nach vorn oder nach hinten zu ziehen, theils um die einzelnen Knorpeltheile desselben etwas aus ihrer gewöhnlichen Stellung zu bringen, und besonders um die Oeffnung des Gehörganges etwas zu erweitern. Durch Mangel an Uebung werden denn auch diese kleinen Muskeln bei den meisten Menschen der Willkühr gänzlich entzogen.

Durch den äußeren Gehörgang werden die Schallwellen der Luft in gewundener Richtung etwas über einen Zoll in die Tiefe geleitet, und stoßen hier an das Trommel- oder Paukenfell.

89.



Dies ist eine dünne Membran, die den Gehörgang vollständig von der dahinter liegenden Paukenhöhle abschließt. Sie ist in einem knöchernen Rahmen des Schläfenbeins eingefaßt. Trennen wir sie 'mal davon ab! thun wir es jedoch ganz behutsam, damit nicht zugleich die hinten mit ihr verbundenen Theilchen aus ihrer Lage gerathen. Es sind die bekannten Ohrknöchelchen: der Hammer (m), der Amboß (n) und der Steigbügel (o). Der Hammer ist mit seinem Handgriffe dem Paukenfell angewachsen, mit seinem vorderen, zarten Stielchen ins Schläfenbein eingekeilt, während sein rundes Köpfchen mit dem Amboße ein bewegliches Gelenk bildet. Der Amboß sieht einem Backenzahn mit zwei Wurzeln ähnlich, von denen die eine, längere mit dem Steigbügel verbunden

90.



Fig. 89. Der linke Gehörgang des Menschen wagerecht durchgeschnitten. (Nach Sömmerring: Icones organi auditus humani. 1806. Taf. 4, fig. 3). a, b: Durchschnitt des Ohrknorpels, a: vor, b: hinter der äußeren Oeffnung; m, n, o, p: die untere Wand des Gehörganges; bei n biegt er sich von vorn nach hinten, bei o gerade einwärts; p: sein innerster Theil; bei n und o sind die Oeffnungen der Ohrenschmalzdrüsen sichtbar; q: das Trommelfell.

Fig. 90. Die Gehörknöchelchen des linken Ohres vom Menschen in natürlicher Größe. m: der Hammer; n: der Amboß; o: der Steigbügel; o': der Fußtritt desselben. Nach Sömmerring: l. c. Tab. 2, fig. 3–6.

ist. Dieses zierliche Knöchelchen endlich, das kleinste im ganzen Körper, liegt wagerecht, mit seinem Fußtritte in ein Loch an der inneren Knochenwand (das ovale Fenster) eingelenkt. An die Gehörknöchelchen setzen sich zwei winzige Muskeln: der Trommelfellspanner (x) und der Steigbügelmuskel (z). Durch sie wird diese ganze Leitungskette für die Schallwellen

91.



straffer gehalten. — Mit dem Rachen steht die Paukenhöhle durch die nach einem berühmten Anatomen vom 16ten Jahrhundert benannte Eustachi'sche Röhre (oder Trompete: e,e) in offener Verbindung.

Fig. 91. Linkes Schläfenbein eines Erwachsenen. Das Trommelfell ist weggenommen, die Eustachi'sche Röhre (e, e) geöffnet. An der inneren Wand der Trommelhöhle erblickt man b: das sogenannte runde Fenster. l: der überaus zarte, vordere Fortsatz des Hammers; m: der versteckte Kopf des Hammers; n: die längere Wurzel vom Amboß; x: der Trommelfellspannmuskel; z: der Steigbügelmuskel. (Sömmerring l. c. Tab. 2, fig. 10).

Werfen wir doch noch einmal einen Blick auf den Rachen, den wir hinsichtlich des Schluckens bereits betrachtet haben!*) Sie werden es wohl noch erinnern, daß beim Schlucken der ganze obere Theil des Rachens durch die Zusammenschnürung der hinteren Gaumenpfeiler von den Verdauungswegen abgeschnürt wird. Dieser obere Theil des Rachens gehört also im Grunde gar nicht der Mundhöhle, vielmehr nur der Nasenhöhle an. In ihm befindet sich nun an jeder Seite eine Oeffnung auf die Sie jetzt erst aufmerksam gemacht werden, die wir aber auch hier vorzugsweise zu beachten haben; denn diese ist eben die Ausmündung der Eustachi'schen Röhre. Durch diese Röhre, aber auch nur durch sie, kann die in der Paukenhöhle enthaltene Luft erneuert werden. Durch sie ist es ferner auch nur, daß der Chirurg, ohne irgend einen Theil zu verletzen, Luft oder Wasser in die Paukenhöhle einzublasen oder einzuspritzen vermag, und zwar indem er sein Instrument durch die Nasenhöhle führt; denn von der Mundhöhle aus, wissen Sie schon, ist es wegen der Reizbarkeit der Gaumenpfeiler nicht leicht, im Rachen ungestört Operationen vorzunehmen.

Die Paukenhöhle ist inwendig überall von einer dünnen Schleimhaut bekleidet, die eben durch die Eustachi'sche Röhre mit der Schleimhaut des Rachens zusammenhängt, also gewissermaßen als ein vom Rachen ausgestülpter Blindsack zu betrachten ist. Im Innern dieses Sackes ist natürlich nur Luft und außerdem ein wenig Schleim. Die Gehörknöchelchen sitzen seiner äußeren Wand an; der Handgriff des Hammers namentlich zwischen ihr und dem Trommelfell eng eingedrängt.

Die an das Trommelfell stoßenden Schallwellen müssen sich nun theils auf die Gehörknöchelchenkette, theils auf die Luft

---

*) Siehe Pag. 150, Fig. 31, in welcher der Eingang zur Eustachi'schen Röhre mit einem c bezeichnet ist.

in der Trommelhöhle fortpflanzen, zum Theil aber auch noch auf die knöchernen Wände der Paukenhöhle im Allgemeinen. Hören wir nun, wie sie auf diesen verschiedenen Wegen bis an die Sinnesfläche des Gehörnerven gelangen!

„Im Innern des Schädels ist die Sinnesfläche verborgen, deren Energie darin besteht, die äußeren Eindrücke als Laut und Ton dem Bewußtsein mitzutheilen". Der Knochentheil, worin sie verborgen, gehört dem Schläfenbein an und wird der Felsentheil desselben, auch wohl das „Felsenbein" genannt. Er liegt an jeder Seite der Schädelgrundfläche wie eine dreiseitige Pyramide mit seiner Spitze nach vorn und nach innen gedreht. Von seinen drei Flächen ist die eine der Paukenhöhle, die andern beiden der Schädelhöhle zugekehrt. An jener befinden sich zwei Oeffnungen: das ovale und das runde Fenster, an der einen inwendigen der innere Gehörgang zum Durchtritt für den Gehörnerven. Jene „Fenster" sind in der natürlichen Verbindung der Theile beide verschlossen; das ovale Fenster nämlich vom Fußtritte des Steigbügels, das runde von einer dünnen Haut, die man als ein zweites Trommelfell bezeichnet hat. Das Felsenbein ist so ungemein hart, daß es mit einem gewöhnlichen Messer sich gar nicht durchschneiden läßt. Man mag sich das Erstaunen der Anatomen des 16ten Jahrhunderts denken, als sie, kurz nachdem die Gehörknöchelchen eins nach dem andern entdeckt worden, auch noch im Innern dieses fast steinharten Knochens ein ganzes System von zierlich geformten Organtheilen wie vergraben fanden: das Labyrinth oder das innere Ohr. Es ist dieses selbst wiederum mit besonderen knöchernen Wänden versehen, die bei Erwachsenen allerdings mit der Knochenmasse des Felsenbeins verschmolzen, bei jüngeren Individuen aber vollkommen deutlich zu unterscheiden sind.

Heben wir denn nun dieses knöcherne Labyrinth aus seinem felsenfesten Kerker! Wohl konnte ich es zierlich geformt nennen. Nicht weniger zierlich ist es in der That als jene Knöchelchen: Hammer, Amboß und Steigbügel. An dem einen Ende sind drei Bogengänge (c—d, d—g und f—g) zu bemerken, an dem andern, dies wunderbare Gebilde, mit vollem Rechte die Schnecke benannt. Der dazwischen liegende dickere Theil stellt den Vorhof zu den Bogengängen und zur Schnecke dar.

92.



Das Labyrinth, wie es uns hier vorliegt, ist im Grunde nur eine knöcherne Büchse, also hohl, inwendig jedoch nicht (wie die Paukenhöhle) Luft enthaltend, sondern eine wässerige Feuchtigkeit: die „Perilymphe". Etwa in seiner Mitte sind in der knöchernen Wand jene zwei Oeffnungen angebracht: das ovale Fenster (a), worin der Fußtritt des Steigbügels eingelenkt sitzt, und das runde Fenster (b), das durch das sogenannte zweite Trommelfell verschlossen ist. Jenes gehört dem Vorhof, dieses der Schnecke an. Schneiden wir nun die

---

Fig. 92. Das knöcherne Labyrinth des linken menschlichen Ohres, fast 3 mal vergrößert. (Nach Breschet: Recherches sur l'organe de l'ouie dans l'homme et les animaux vertébrés. 1836. Tab. 4 (5), fig. 1.) a: das ovale oder Vorhofs-Fenster, dem der Fußtritt vom Steigbügel ansitzt; b: das runde oder Schnecken-Fenster, von dem kleineren Trommelfelle verschlossen; c—d: der äußere, wagerecht liegende Bogengang; c: sein kolbiges, vorderes Ende; e: der kolbige Theil vom oberen oder vorderen, f: der vom hinteren Bogengang; g: die Verschmelzung des vorderen und hinteren Bogenganges; h: die erste Windung der Schnecke.

knöchernen Wände ein, um auch noch ins Innere des Labyrinths einen Blick zu werfen!

Die „Perilymphe“ wird dadurch entleert — ein neues System tritt aber zum Vorschein, erst am Schlusse des vorigen Jahrhunderts (von Scarpa) entdeckt. Es ist das häutige Labyrinth. Es entspricht den drei Bogengängen und dem Vorhofe, jedoch nur im kleineren Maßstabe, so daß zwischen ihm und den knöchernen Wänden noch ein verhältnißmäßig großer Raum für die Perilymphe übrig bleibt. Im Vorhofe ist es in zwei Abtheilungen eingeschnürt; in die Schnecke reicht es nicht hinein. Diese ist also von der Perilymphe ganz angefüllt.

93.

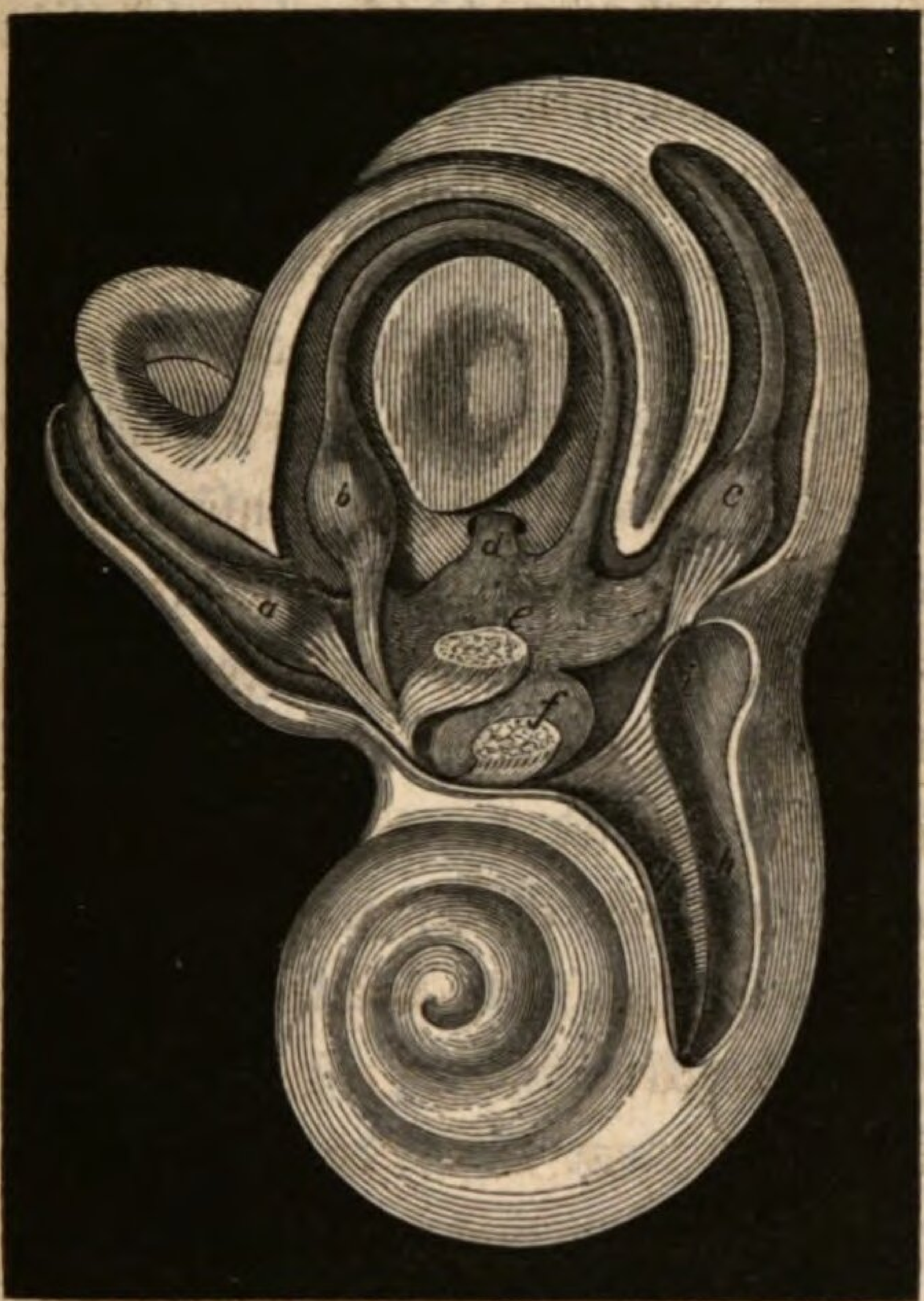


Fig 93. Das knöcherne Labyrinth des linken menschlichen Ohres auf die Weise geöffnet, daß dadurch das häutige Labyrinth und die beiden Schneckengänge zum Theil bloßgelegt worden, namentlich: b: Kolben des äußeren, a: des vorderen, c: des hinteren häutigen Bogenganges; d: kolbenloses gemeinschaftliches Ende der beiden letztgenannten Bogengänge. e: ovaler, f: runder Sack des häutigen Vorhofes, jeder mit seiner besonderen Anhäufung von Ohrenstaub. Man sieht 5 Aeste des Gehörnerven an die drei Kolben und die zwei Ohrenstaubanhäufungen sich vertheilen. g: der Vorhofsgang, h: der Paukenhöhlengang der Schnecke; i: der erweiterte Theil desselben, woran das runde Fenster stößt.

Das häutige Labyrinth enthält wiederum eine besondere Flüssigkeit und diese wird als die Glasflüssigkeit oder die Endolymphe unterschieden. Was aber viel wichtiger ist: in seinem Innern breiten sich die meisten Zweige des Gehörnerven aus, und zwar auf eine höchst eigenthümliche Weise, nämlich indem sie einem feinen, weißen Staube sich ansetzen, „Ohrenstaub" genannt, den man unter dem Mikroskope aus lauter krystallähnlichen, überaus harten Körperchen, „Otokonien", zu bestehen erkennt. So namentlich an einer bestimmten Stelle in jeder der beiden Abtheilungen (Säckchen) des Vorhofs (e und f) und in dem einen, kolbenförmig erweiterten Ende von jedem der drei Bogengänge (a, b, c).

Die Schnecke trägt ihren Namen, der Form nach, mit eben so vollem Rechte, als der Steigbügel im menschlichen Ohre den seinigen. Ihre Höhle wird durch ein Spiralblatt in zwei Stockwerke oder Gänge abgetheilt, wovon der eine (g) als Vorhofsgang, der andere (h) als Paukenhöhlengang bezeichnet wird. An der Schneckenmündung ist jener offen, dieser hingegen verschlossen, und zwar durch das zweite oder kleinere Trommelfell; denn seine Ausmündung ist eben jenes runde Fenster, das wir bereits von der Paukenhöhle aus kennen gelernt. Die Perilymphe erstreckt sich auch noch in diese beiden Gänge der Schnecke hinein, nämlich unmittelbar vom knöchernen Vorhofe aus in den Vorhofsgang, und von diesem durch eine besondere Oeffnung am Spiralblatte zunächst der Schneckenspitze in den Paukenhöhlengang. Die Säule, um die sich die beiden Schneckengänge winden, ist ein etwa 4''' hoher Hohlkegel, dessen Grundfläche dem inneren Gehörgange zugekehrt ist. Durch diesen tritt der Gehörnerv, von Blutgefäßen begleitet, ins Ohr hinein, giebt die obengenannten Zweige an die Vorhofssäcke und an die kolbigen Erweiterungen der Bogengänge ab, und dann noch den starken



94.

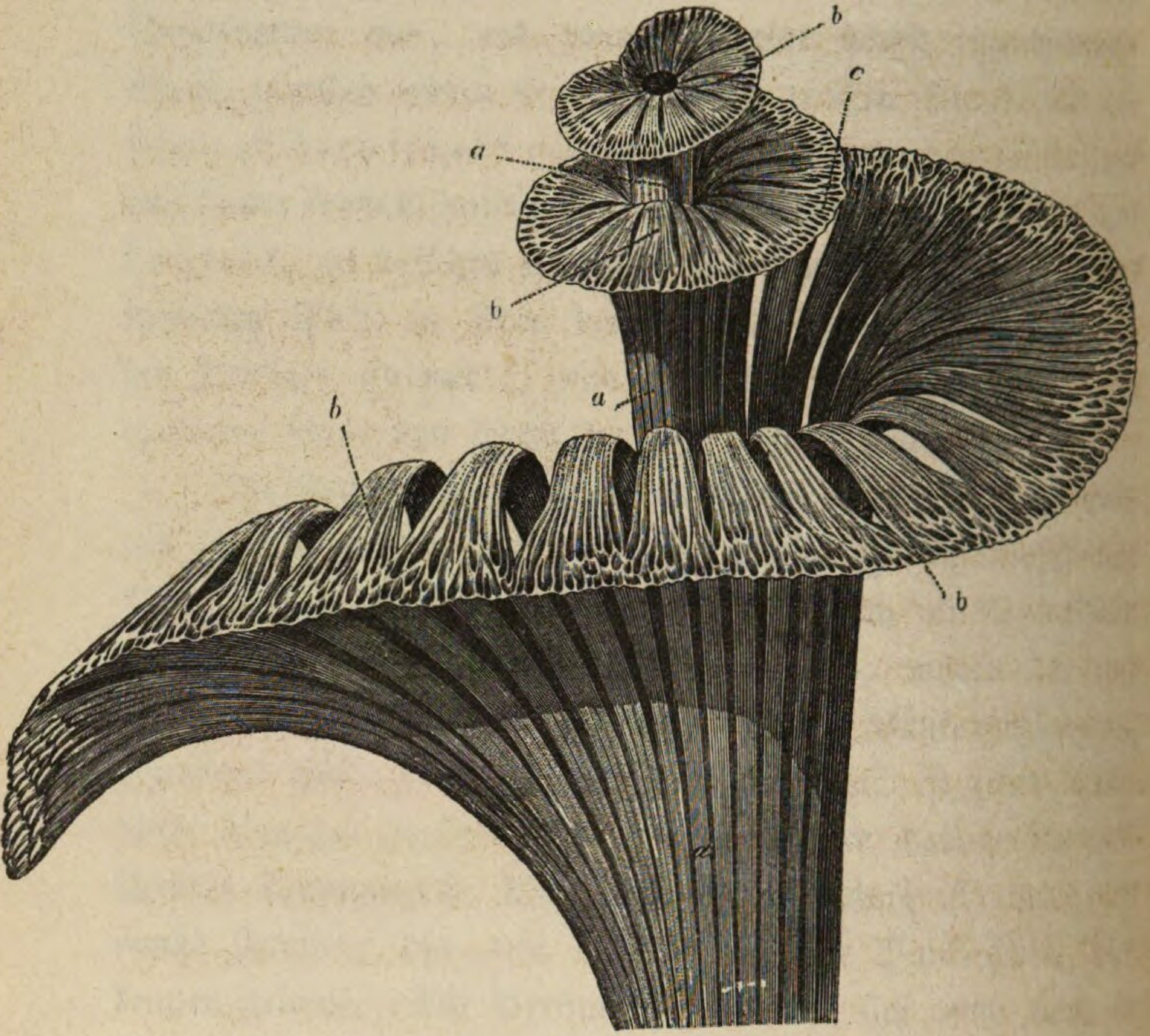


Fig. 94. Schneckenast vom Gehörnerven des Menschen, 10mal vergrößert dargestellt. a, a, a: Derselbe im Innern der Schneckensäule liegend; b, b, b, b: die fächerförmige Ausbreitung seiner Zweige auf dem Spiralblatte der Schnecke; c: scheinbare Anastomosen dieser Zweige am äußeren Rande von dem Spiralblatte. (Nach Breschet: **Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie et sur l'audition dans l'homme et les animaux vertébrés. 2e edit. 1836. Tab. 7, fig. 3.)**

Schneckenast, welcher (mit den weit kleineren Schneckengefäßen) die Höhle der Schneckensäule ausfüllt und am ganzen concaven Rande des Spiralblattes seine Zweige fächerförmig vertheilt, was, rein auspräparirt und unter dem Vergrößerungsglase betrachtet, einen ungemein prachtvollen Anblick gewährt (Fig 94).

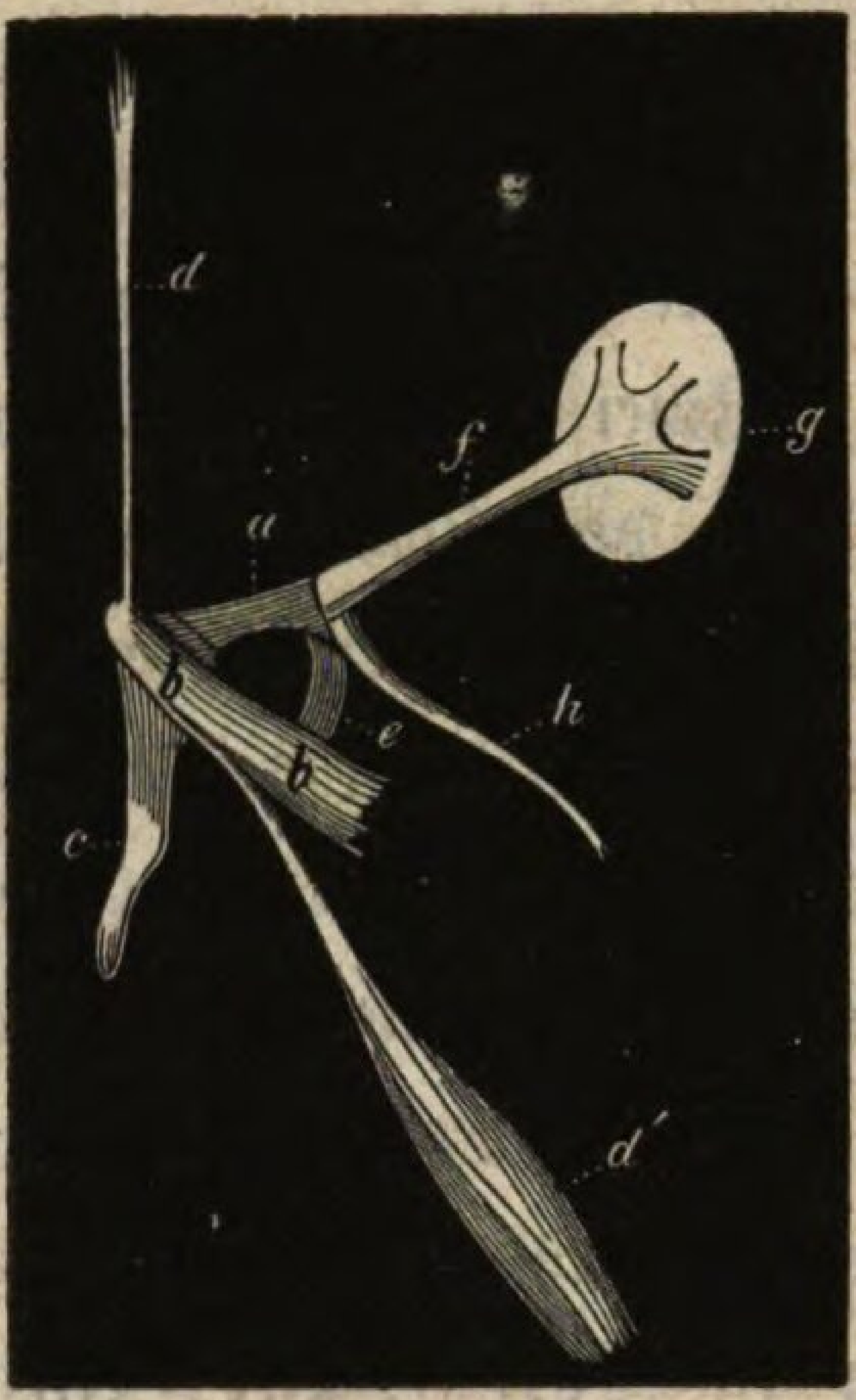
Wir wollten erfahren, wie die an das Trommelfell stoßenden Schallwellen auf den drei verschiedenen Wegen: 1) durch die Gehörknöchelchenkette, 2) durch die Luft in der Trommelhöhle und 3) durch die knöchernen Wände derselben Höhle, an die Sinnesfläche des Gehörnerven gelangen. Wir haben gesehen, daß diese Sinnesfläche auf alle drei Hauptabtheilungen des Labyrinthes vertheilt ist. Zwei Theile derselben fanden wir nämlich (Fig. 93, e, f) in den beiden weichen Vorhofsäckchen, einen am ganzen Spiralblatte der Schnecke, und einen an der kolbenförmigen Erweiterung aller drei Bogengänge. Es ergiebt sich nun, daß auch von jenen drei genannten Leitungswegen jeder für sich zunächst einer der drei Hauptabtheilungen des Labyrinthes entspricht. Von den Gehörknöchelchen gelangen die Schallwellen nämlich zunächst durchs ovale Fenster auf die Perilymphe um die Vorhofsäcke; durch die Luft in der Trommelhöhle zunächst auf die Membran des runden Fensters, und also auf die Perilymphe in der Schnecke; und von den knöchernen Wänden der Paukenhöhle endlich gelangen sie um so viel leichter auf die häutigen Bogengänge hinüber, als diese nicht — wie bisher angenommen — ringsum von der Perilymphe umgeben sind, vielmehr, wie es unser Prof. Ibsen entdeckt hat, mit ihrem convexen Rande den knöchernen Bogengängen dicht anliegen.

Wenn man nun in Erwägung zieht, daß die Schallwellen der Luft am leichtesten immer durch die Luft selbst oder durch dünne, nicht gar zu straffe Häute verpflanzt werden, so muß man schon annehmen, daß bei dem Menschen und bei den

Säugethieren im Allgemeinen die Schallwellen meist durch die Luft der Paukenhöhle auf die Perilymphe der Schnecke geleitet werden, während die Gehörknöchelchen hauptsächlich dazu dienen, das Paukenfell und die Perilymphe in eine bald stärkere, bald schwächere Spannung zu versetzen. — In den andern Thierklassen sind die Verhältnisse mehr oder weniger verschieden.

Dies ist bereits bei den Vögeln der Fall. — Das Trommelfell liegt bei ihnen dicht an der Oberfläche; von den Gehörknöchelchen und ihren Muskeln sind die meisten fast rudimentär; nur der Steigbügel ist ganz ansehnlich ausgebildet, wenngleich auf eine besondere Weise. Anstatt der beiden Schenkel nämlich ist ein sehr langer einfacher, zarter Knochenstiel (f) vorhanden; das Fußblatt ist kreisrund. Dies mag nun immerhin eine unvollkommnere Form genannt werden — für die Leitung der Schallwellen durchs

96.



95.

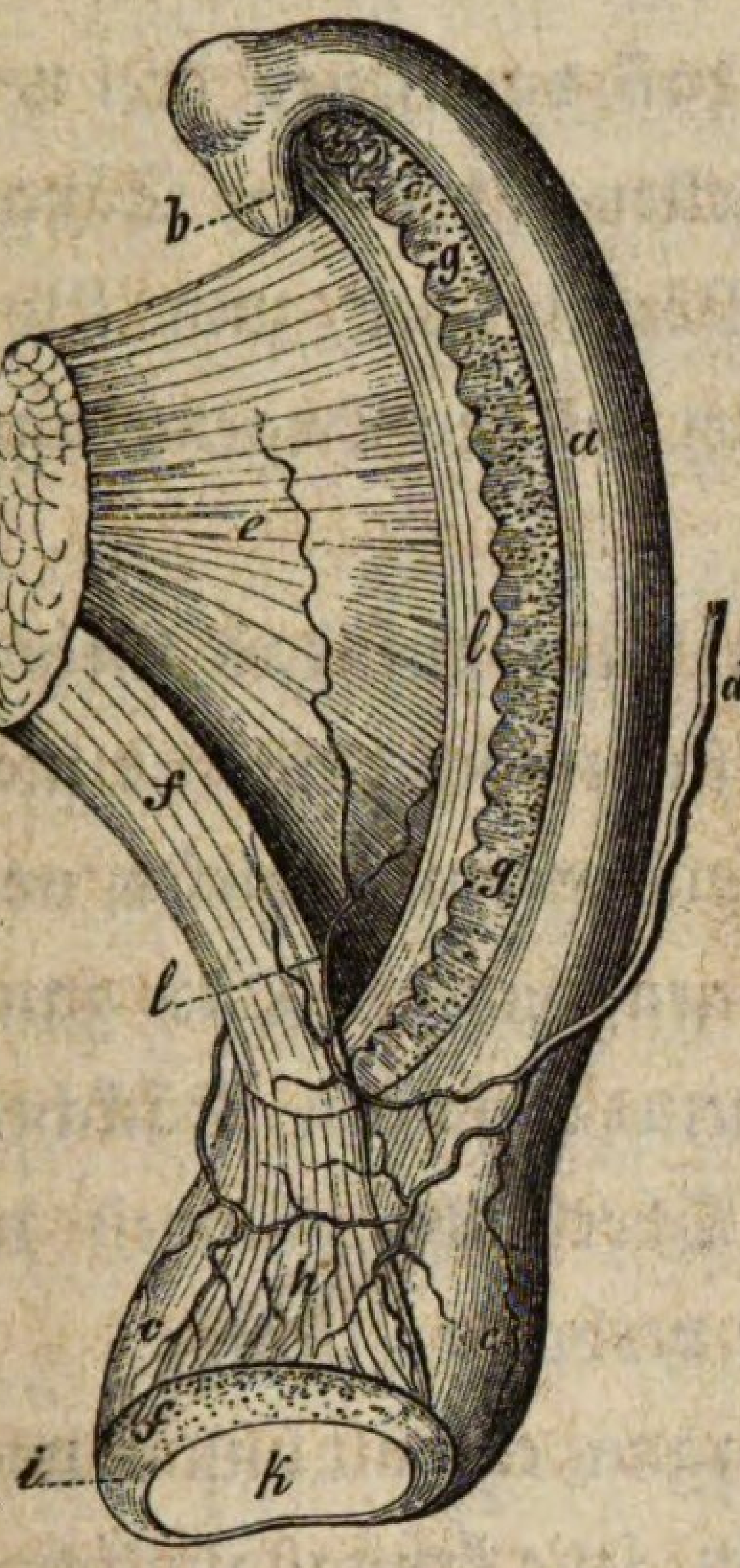


Fig. 95. Das knöcherne Labyrinth und die Gehörknöchelchen des Raben. Natürliche Größe. Nach Breschet: Recherches sur l'organe de l'audition chez les oiseaux. 1836. Tab. 4, fig. 6. a—a: vorderer, b—b: äußerer, c—c: hinterer Bogengang; d: Schnecke; e: Schneckenfenster; f: Vorhofsfenster, vom Fußtritt des Steigbügels verschlossen; g: die Kette der Gehörknöchelchen.

Fig. 96. Die Kette der Gehörknöchelchen des Raben, 6 mal vergrößert. Nach Breschet wie Fig. 95. Tab. 4, fig. 7. a: Hammerkörper; b—b: Hammerschaft, an das Trommelfell gelehnt; c: Hammerstiel; d: innerer, d′ äußerer Spannmuskel des Trommelfells; e: Amboß; f: der die beiden Bogen des Steigbügels vertretende zarte Knochenstiel; g: Fußblatt des Steigbügels; h: Steigbügelmuskel.

ovale Fenster, und also auf die Vorhofssäcke, ist sie weit günstiger. Dagegen ist besonders die Schnecke weniger ausgebildet, insofern sie kaum gewunden, folglich auch kaum ihren Namen mehr verdient. Im Inneren findet man indessen beide Gänge, und am Vorhofsgange noch dazu eine besondere Erweiterung (die „Flasche"), mit einem besonderen Aste vom Gehörnerven versehen.

97.



Bei den Amphibien sind die Gehörknöchelchen vollends auf jenen stielförmigen Steigbügel mit seinem Fußtritt beschränkt, das Trommelfell entweder frei am Tage oder unter der Haut liegend — oder endlich gar nicht mehr vorhanden, und die Paukenhöhle verschwunden. Vom Labyrinthe verschwindet in dieser Klasse auch noch die Schnecke und überhaupt sämmtliche knöcherne Gebilde. In der Klasse der Fische ist außerdem das Felsenbein so unvollständig, daß endlich die Bogengänge des häutigen Labyrinthes mehr oder weniger frei in die Hirnschädelhöhle hineinreichen. Der Vorhof ist bei

Fig. 97. Die Schnecke vom Ohre eines Vogels, stark vergrößert. Nach Breschet wie Fig. 95. Tab. 6, fig. 5. a: äußerer Schneckenknorpel; b: ein Theil des inneren, vom Schneckenaste des Gehörnerven durchgebohrten Schneckenknorpels; c, c: die Flasche (lagena), wovon die untere Hälfte abgeschnitten; d: ein Blutgefäß; e: Schneckenast, f: Flaschenast des Gehörnerven; g, g: Verbreitung des Schneckenastes an der Scheidewand der beiden Schneckengänge; h: Verbreitung des Flaschennerven; i: inwendige Wand der Flasche, von Ohrenstaub bedeckt; k: Höhle der Flasche, mit dem Vorhofsgange der Schnecke unmittelbar verbunden; l: Paukenhöhlengang der Schnecke.

diesen Thieren besonders ausgebildet, und besteht aus mehren sackförmigen Abtheilungen, in denen die bekannten Ohrsteine, Otolithen, sich befinden.

Wir dürfen also wohl annehmen, daß von jenen drei verschiedenen Leitungswegen der Schallwellen, bei den Säugethieren der zur Schnecke, bei den Vögeln der zum Vorhofe, bei den Amphibien und Fischen der zu den Bogengängen vorzugsweise benutzt wird.

Werfen wir jetzt nur noch einen Blick auf das Gehörorgan der niederen Thiere, so finden wir es hier nicht nur aufs häutige Labyrinth beschränkt, sondern auch dieses noch ohne besondere Vorhofssäcke oder Bogengänge. Das ganze Gehörorgan besteht hier also aus einem einfachen Säckchen, das bei den Krebsen dicht an der Oberfläche ohnweit der Fühlhörner, bei den Weichthieren tiefer verborgen liegt.

Allein auch dieses einfache Gehörorgan enthält immer noch eine Glasflüssigkeit (Endolymphe), darin jene krystallähnlichen, harten Körperchen, und an ihnen die Ausbreitung eines besonderen Gehörnerven. Somit ergiebt es sich denn aufs Bündigste, daß das recht eigentlich Wesentliche im ganzen Bau des Gehörorgans, Dasjenige, wodurch es eben ein Gehörorgan wird, nicht etwa in der Form des Steigbügels noch der Schnecke liege, sondern in jener höchst eigenthümlichen Ausbreitungsweise des Gehörnerven an überaus harten, dennoch aber in einer Flüssigkeit schwebenden Körperchen. Es ist leicht einzusehen, daß eine solche Verbreitungsweise im höchsten Grade sich dazu eignet, von den zartesten Erzitterungen ergriffen zu werden, und wir wissen, daß der Gehörnerv gerade dazu bestimmt ist, dergleichen Erzitterungen aufzufassen und sie als Laut, Schall und Ton dem Bewußtsein mitzutheilen. Bei den im Wasser lebenden Thieren, also bei den allermeisten niederen Thieren und bei den Fischen, pflanzen sich die Schallwellen durchs Wasser auf

den ganzen Körper, besonders aber auf das Knochen- oder Knorpelgerüste des Kopfes, von dort unmittelbar auf das häutige Labyrinth und auf die Nervenverbreitung an den in der Endolymphe schwebenden Otolithen oder Otokonien fort. Ganz dasselbe tritt auch bei dem Menschen ein, wenn z. B. eine angeschlagene Stimmgabel an die Zähne gebracht wird. Also begreift man denn, wie bei den Fischen und niederen Thieren im Allgemeinen das ganze äußere Ohr, mit Inbegriff der Paukenhöhle und ihren Gehörknöchelchen, vollkommen überflüssig wurde.

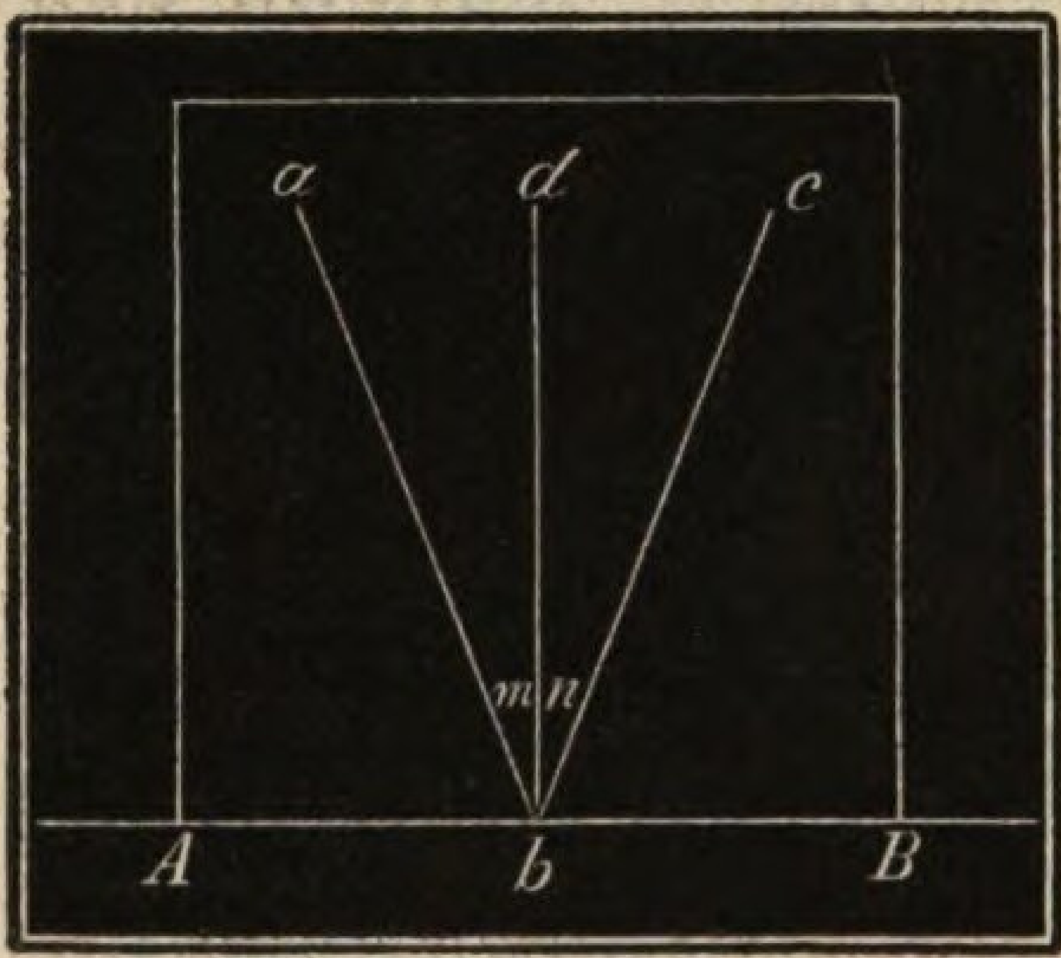
Wozu aber überhaupt die Verschiedenheit der Gebilde im inneren Ohre? welche ist die specielle Verrichtung der Vorhofssäcke, der kolbigen Erweiterungen an den Bogengängen, der Schnecke und ihrer beiden Stockwerke? — Wir wissen es nicht. Daß die Schnecke vorzugsweise dem musikalischen Gehör dienen solle, stimmt nicht damit überein, daß diese schöne Gabe den Säugethieren so äußerst spärlich, manchen Vögeln hingegen verhältnißmäßig reichlich verliehen ist. Etwas besser begründet dürfte die Vermuthung sein, daß die drei Bogenröhren hauptsächlich die Richtung der Schallwellen anzeigen, indem allerdings ihre Krümmung sehr allgemein nach vorn, nach hinten und nach außen gerichtet ist. Doch bleibt auch dies immer noch nur eine Vermuthung, und auf Vermuthungen wollen wir die uns sparsam zugemessene Zeit überhaupt nur ungern verwenden. Schreiten wir denn jetzt lieber an die Betrachtung eines Sinnes und eines Sinnorgans, vor allen andern reich an Ausbeute für die Forschung des menschlichen Geistes! Das Auge ist es, dessen Bau und Thätigkeit wir jetzt noch zu betrachten und zu bewundern haben — und um so mehr immer zu bewundern vermögen, je genauer uns die darin angewandten Naturgesetze im voraus bekannt sind.

c. Licht.

Licht! Was liegt nicht Alles in diesem Worte! „Da Licht zu schaffen wo es dunkel ist", scheint all unser geistiges Streben, „eine lichtvolle Zukunft vor sich zu haben" alle unsere Wünsche in sich zu fassen. Was ist denn eigentlich dies „Licht", das bildlich genommen all unser Streben, alle unsre Wünsche in sich zu fassen scheint? Wer's kennt, der weiß schon was wir damit meinen; doch dem Blinden, der es nie gekannt, dem können wir es auch nie deutlich machen. Weiß aber der Mensch nicht anzugeben, was Licht eigentlich ist, so hat er doch die Gesetze ergründet, denen es unterworfen; und dadurch hat er das Licht gerade so kennen gelernt, wie es dem Menschen überhaupt obliegen muß, die ganze Natur kennen zu lernen; man möchte sagen, das Licht selbst habe er in seine Gewalt bekommen, und reich an Segen ist ihm die Ausbeute geworden.

Es weiß ein Jeder, daß das Licht vom Spiegel zurückgeworfen wird. Dies Zurückprallen des Lichtes — man nennt es seine Reflexion — ist der Gegenstand einer eigenen Abtheilung der Optik, die als Katoptrik unterschieden wird, und das Grundgesetz dieser Lehre ist: daß das Licht mathematisch genau eben so schief immer von der Spiegelfläche zurückprallt (b c), als es darauf eingefallen (a b). Es gilt das Gesetz nicht nur für die Spiegeloberfläche, sondern für jede blanke Fläche überhaupt.

98.



Jeden zurückgeworfenen Lichtstrahl empfängt das Auge natürlich in der Richtung vom Ein-

Fig. 98. ab: ein Lichtstrahl, der schief auf eine glatte Fläche A B fällt; db: die senkrechte Linie auf seinen Einfallspunkt; bc: der reflectirte Lichtstrahl. m: der Einfallswinkel, n: der Ausfallswinkel. m = n.

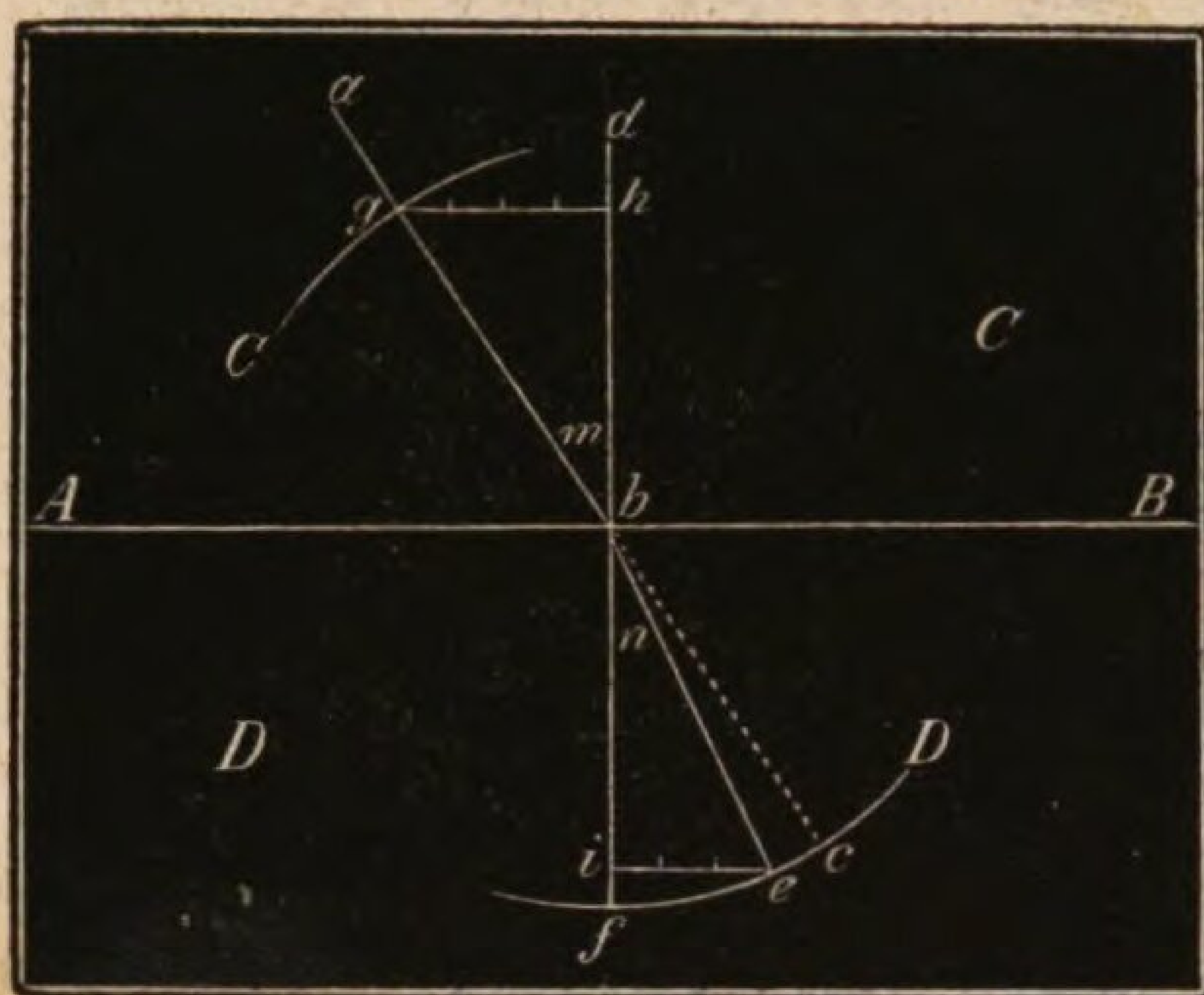
fallspunkte an der Spiegelfläche, und es hat den Anschein, als ob der ganze abgespiegelte Gegenstand in eben dieser Richtung hinter dem Spiegel sich befinde. An convexen oder concaven Spiegelflächen geschieht das Zurückprallen des Lichtes zwar durchaus nach dem obengenannten allgemeinen Gesetze, allein die Wirkung davon ist, daß das Bild im Hohlspiegel dem dichtan stehenden Auge vergrößert, dem weiter entfernten stark verkleinert erscheint, im convexen verkleinert und zugleich umgedreht.

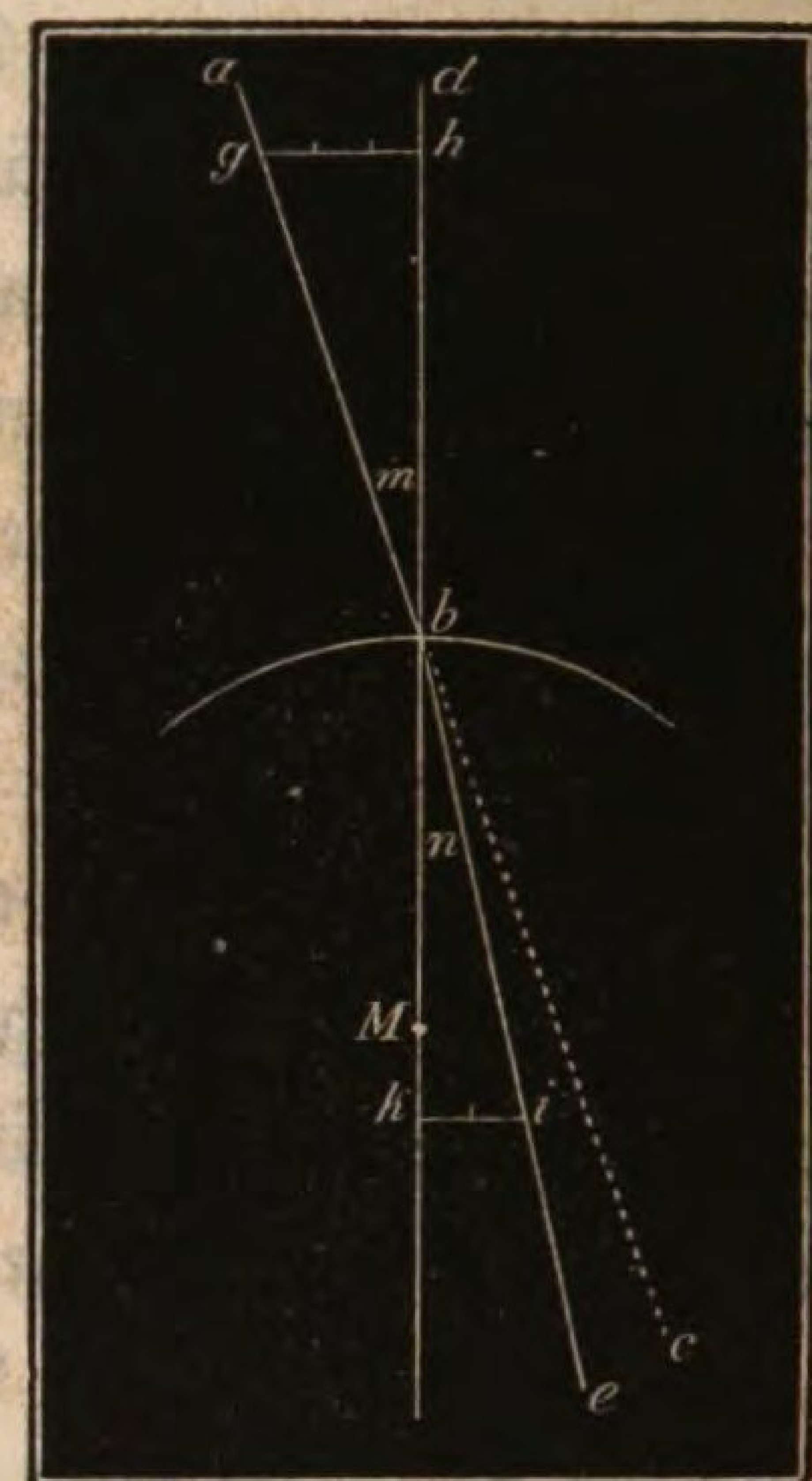
Wenn wir die Körper als durchsichtige und undurchsichtige unterscheiden, so liegt darin schon die Erfahrung ausgesprochen, daß einige Körper das Licht mehr oder weniger durchlassen, andere hingegen gar nicht. Als durchsichtige Körper kennen wir die Luft, das Wasser, das Glas. In einem Glase mit reinem Wasser sehen wir ganz deutlich die fremden Körper, die sich darin befinden. Blicken wir von oben gerade auf sie hinab, so sehen wir sie auch da, wo sie eben liegen. Fällt unser Blick aber schief auf sie hinab, so erscheinen sie uns wie verschoben. Das Licht also, das schief durch die Grenzfläche zwischen Wasser und Luft tritt, wird gebrochen, „refringirt". Eben so verhält es sich beim Durchgange des Lichtes von der Luft durchs Glas, oder vom Glase in die Luft oder in das Wasser hinaus, kurzum bei jedem Uebergange des Lichtes aus einem Körper in einen anderen von verschiedener Dichtigkeit. Diese Lichtbrechung oder Refraction des Lichtes geschieht nun nach nicht weniger bestimmten Gesetzen, als die Reflexion. Der Abschnitt der Optik, der sie entwickelt, heißt die Dioptrik. Es ist die Lehre, der wir die Construction der Fernröhre und der Mikroskope verdanken, und dadurch allein ist sie die Lehre geworden, die allen übrigen Naturwissenschaften die wichtigsten Hülfsmittel zu ihrer höheren Entwickelung verschafft hat.

Das Grundgesetz der Dioptrik ist nun, daß ein Licht-

100.

99.





strahl, der schief in einen verschiedenartigen Körper eintritt, sich der geraden (senkrechten) Linie nähert, wenn dieser dichter, sich von ihr entfernt, wenn er dünner ist. Fällt er z. B. aus der Luft ins Wasser, so tritt er der senkrechten Linie um $\frac{1}{4}$, ins Glas um $\frac{1}{3}$ näher; umgekehrt also muß er, aus Wasser in die Luft tretend, sich von der senkrechten Linie um $\frac{1}{3}$, aus Glas in die Luft um die Hälfte weiter abneigen. Für die Kugeloberfläche ist bekanntlich jede senkrechte Linie eben ein „Radius".

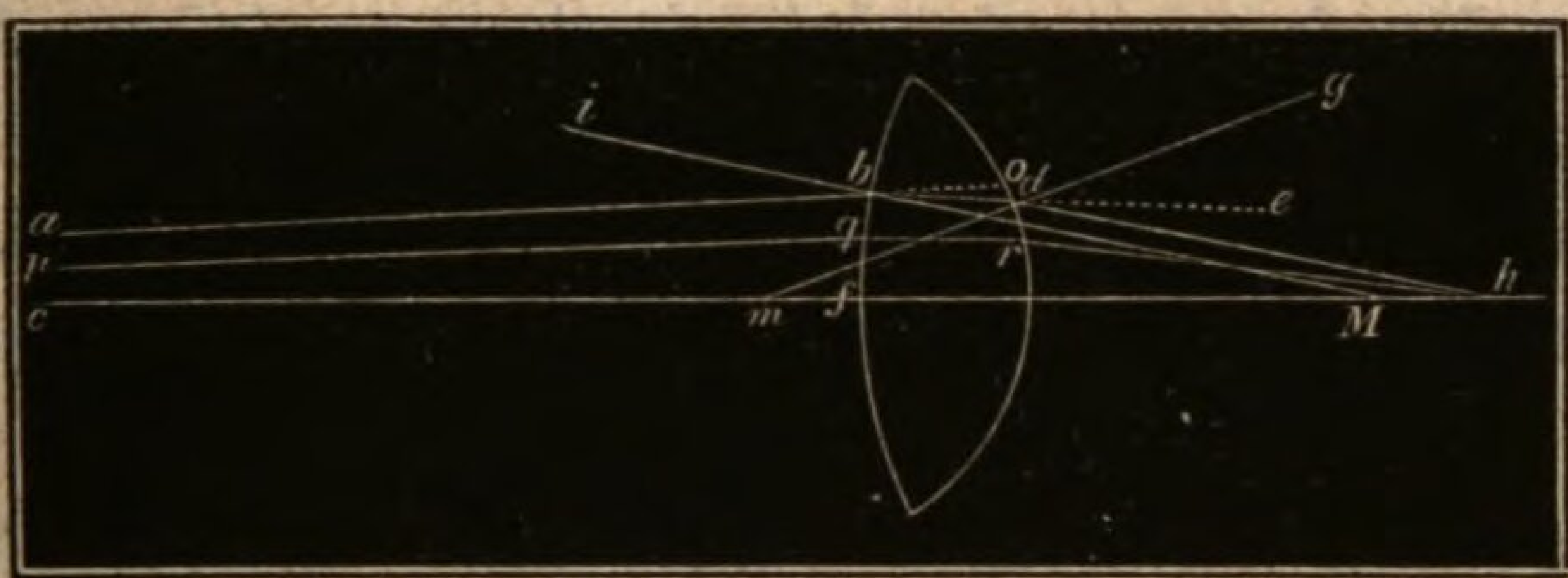
Dieses Gesetz wollen wir nun gleich auf eine gläserne Linse mit zwei Kugeloberflächen in Anwendung bringen. Es ver-

Fig. 99. CC: Luft, DD: Wasser. ab: ein aus jener in dieses eintretender Lichtstrahl. dbi: die Senklinie seines Einfallspunktes; bc: die ideelle Fortsetzung von ab; be: die wirkliche Fortsetzung dieses Lichtstrahles; m: der Einfallswinkel, gh: Sinus desselben; n: der Brechungswinkel, ei: sein Sinus. — gh:ei=4:3.

Fig. 100. ab: ein Lichtstrahl, der aus der Luft durch die kugelförmige Oberfläche eines geschliffenen Glases hineintritt. M: der Mittelpunkt dieser kugelförmigen Oberfläche; Mbd: die Senklinie des Einfallspunktes. bc: die ideelle Fortsetzung von ab; be: die wirkliche Fortsetzung dieses Lichtstrahles. m: der Einfallswinkel, gh: sein Sinus; n: der Brechungswinkel, ik: dessen Sinus. — gh:ik=3:2.

steht sich, daß von dem Lichte, das aus einem entfernten gerade vorliegenden Punkte durch eine solche Linse tritt, nur ein einzelner Strahl (c f) vollkommen ungebrochen durch-

101.



geht, wogegen alle andere (a b) sich den Radien der vorderen Fläche (i M) um $\frac{1}{3}$ mehr nähern (b d), und dann wieder beim Austritte (d) sich von der hiesigen senkrechten Linie (m d g) um die Hälfte mehr entfernen (d h). Durch ihre zweimalige Brechung nähern sich sämmtliche Strahlen des Lichtkegels dem Achsenstrahle, bis sie sich mit ihm kreuzen. Dem vorderen Lichtkegel entspricht also ein hinterer, ihm entgegengekehrter.

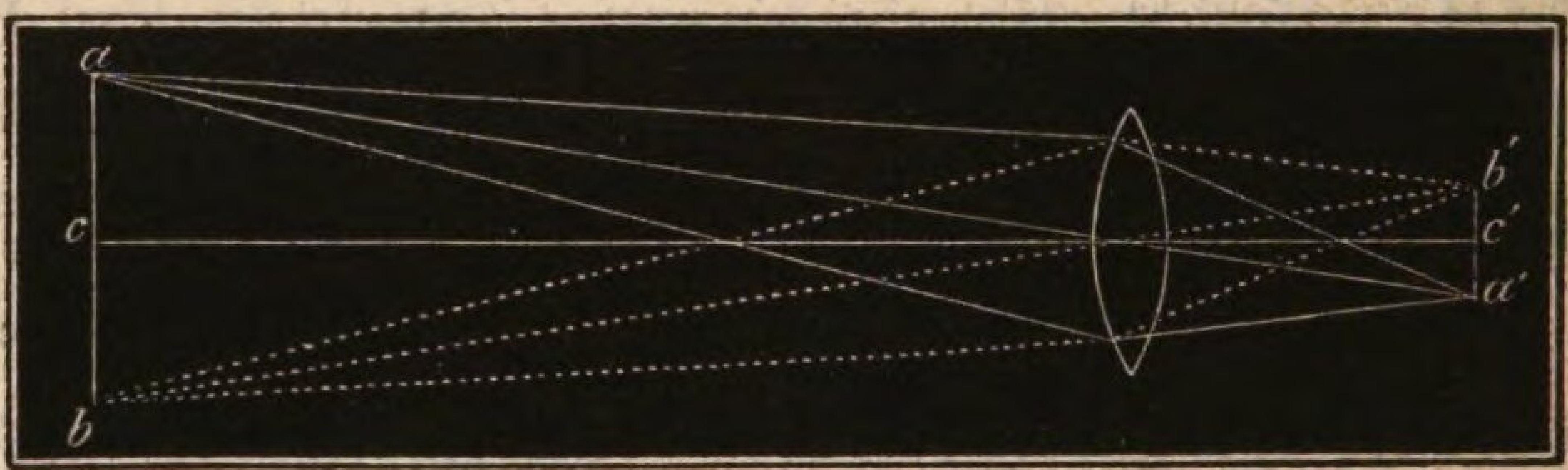
Wie der Achsenstrahl selbst durchaus ungebrochen durch die Linse geht, so wird jeder andere Strahl des Lichtkegels, je näher er ihm liegt, desto schwächer, je weiter nach dem Rande hin, desto stärker gebrochen. Also kann es demnach ge-

Fig. 101. Die Brechung eines Lichtkegels beim Durchgange einer gläsernen Linse. Der Lichtkegel geht von einem entfernten, in der Verlängerung der Linsenachse liegenden Punkte aus. Nur die obere Hälfte des Lichtkegels ist angedeutet, und von ihr wiederum nur der zunächst an der Linse liegende Theil. M: Der Mittelpunkt der vorderen, m: der der hinteren Linsenfläche. c m f M h: der durch die Linsenachse ungebrochen gehende Lichtstrahl (der Achsenstrahl); a b: ein dem Umkreise des Lichtkegels näher liegender Strahl; M b i: die Senklinie auf seinen Einfallspunkt; b o: die ideelle Fortsetzung von a b; b d: die wirkliche Fortsetzung des einfallenden Lichtstrahles. m d g: die Senklinie auf den Austrittspunkt desselben; d e: die ideelle Fortsetzung von b d; d h: die wirkliche Fortsetzung des Lichtstrahles b d. — p q: ein zwischen jenen beiden liegender Strahl desselben Lichtkegels; q r, r h: seine zweimal gebrochene Richtung.

schehen, daß die Kreuzung hinter der Linse für sämmtliche Strahlen des Kegels fast in einem und demselben Punkte geschieht. Nur für die äußersten Strahlen im Lichtkegel (die Randstrahlen) gilt dieses nicht; und deshalb pflegt man, wenn es darauf ankommt, die Strahlen so genau wie möglich in einem gemeinsamen Kreuzungspunkte zu sammeln, die Randstrahlen durch einen dunkeln Ring (das sogenannte „Diaphragma") gänzlich auszuschließen.

Bis jetzt haben wir nur auf einen solchen Lichtkegel Rücksicht genommen, dessen Gipfel gerade vor der Linse, d. h. in der vorderen Verlängerung ihrer Achse liegt. Die Lichtkegel, die von entweder höher oder tiefer oder mehr seitlich gelegenen Punkten ausgehen, werden aber auf dieselbe Weise an den Linsenflächen gebrochen; und sind sie gleich weit entfernt, so liegen auch ihre Sammelpunkte gleich weit hinter der Linse, allein in umgekehrter Richtung, nämlich von den höhergelegenen äußeren Punkten

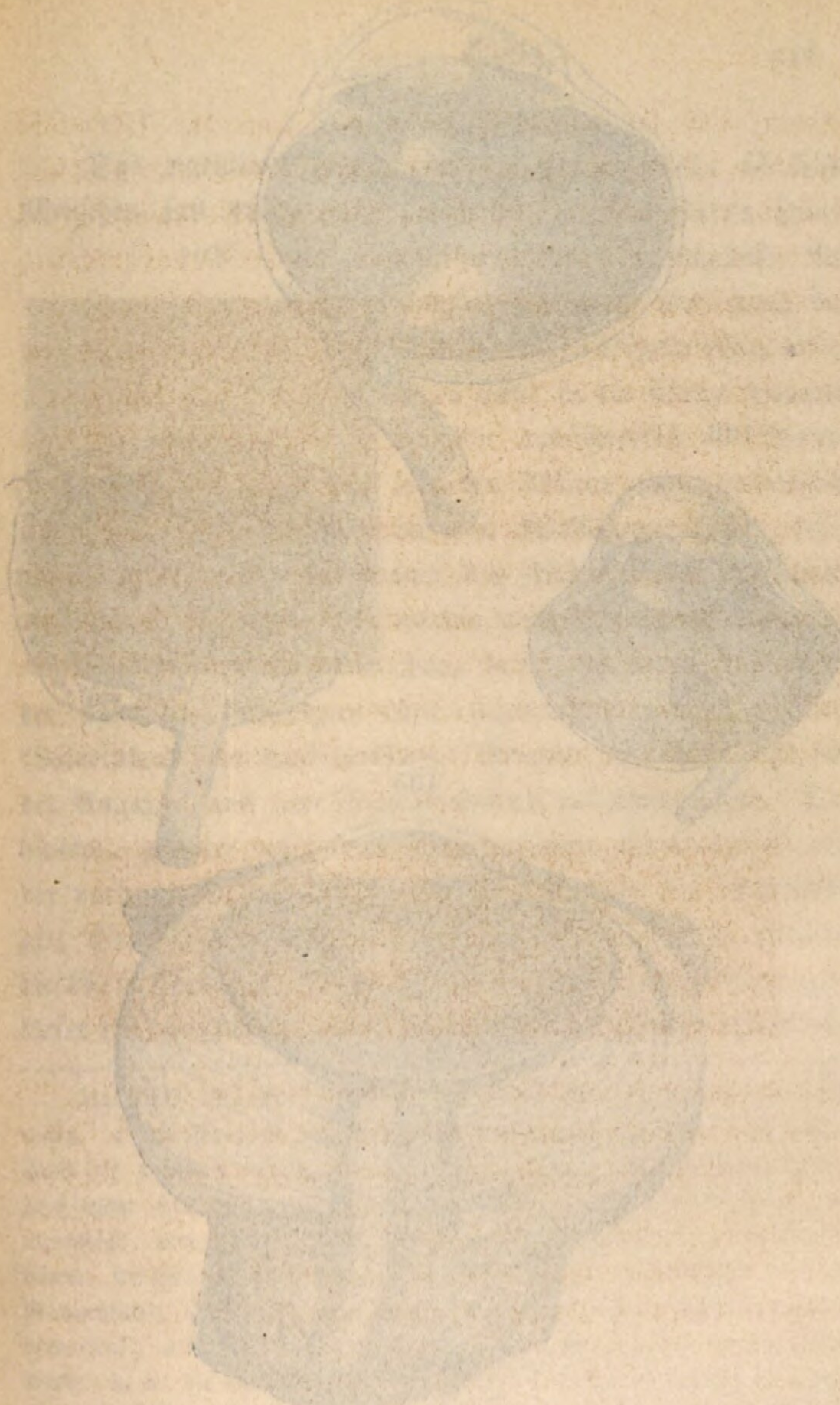
102.



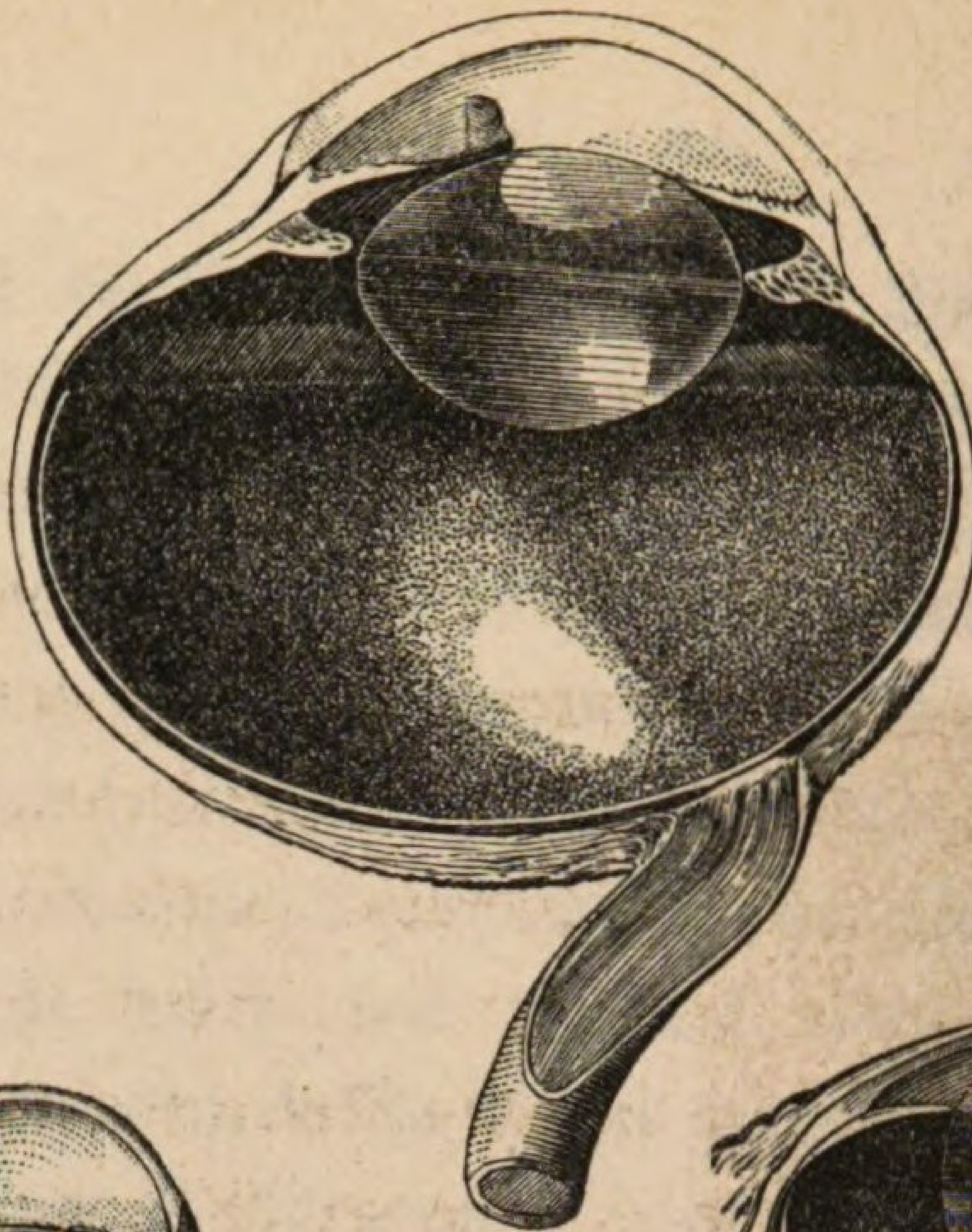
nach unten, von den niedrigeren nach oben, von den rechtsgelegenen links, von den linksgelegenen rechts. Also haben wir denn die Erklärung des bekannten umgekehrten, verkleinerten Bildes in der „camera obscura" und anderen ähnlichen dioptrischen Instrumenten.

Betrachten wir nun die Organisation des lichtempfindenden Organs, und zwar erst im Allgemeinen!

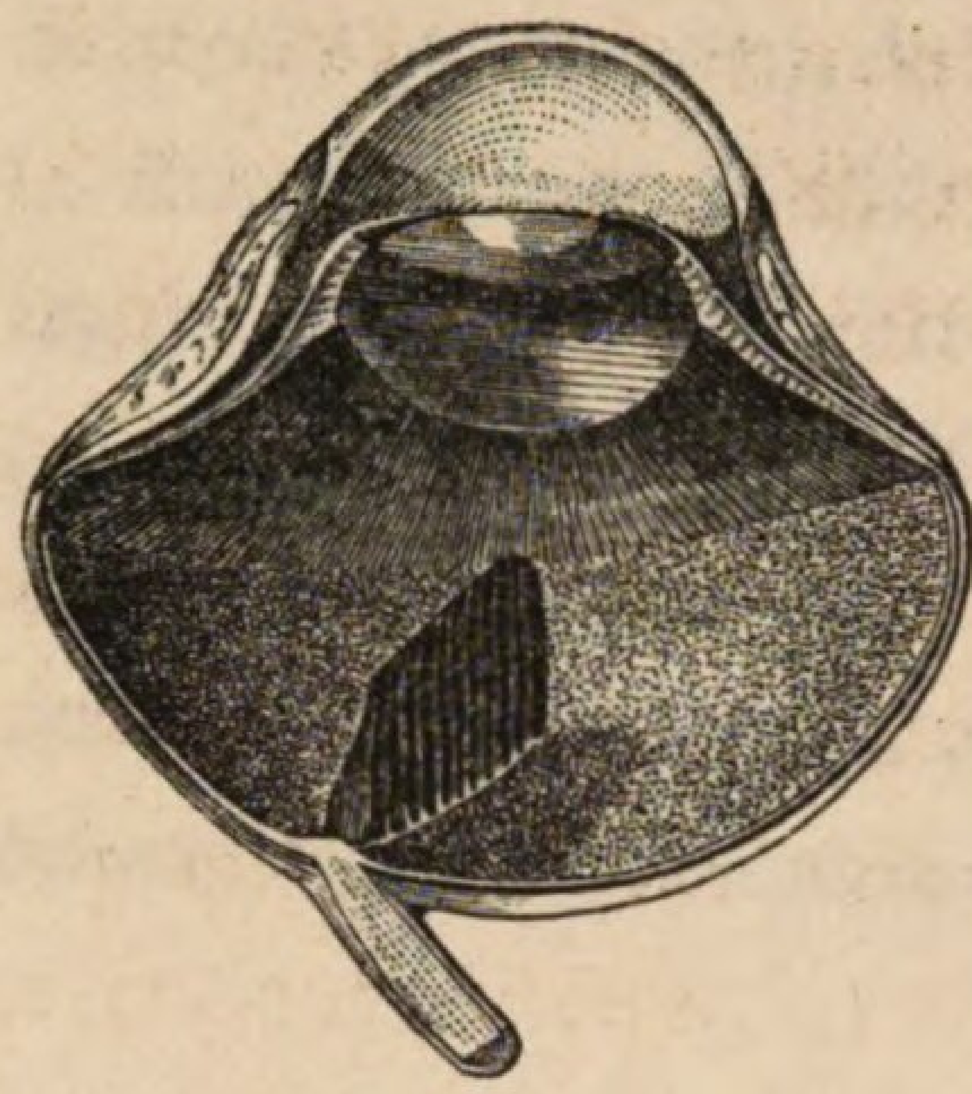
Fig. 102. a c b: ein heller vor der Linse liegender Körper; b'c'a': dessen umgekehrtes, verkleinertes Bild hinter der Linse. Für die von den beiden Endpunkten (a und b) ausgehenden Strahlen sind die Grenzen der vorderen und hinteren Lichtkegel angegeben; für die von dem mittleren Punkte (c) ausgehenden nur die Achse.



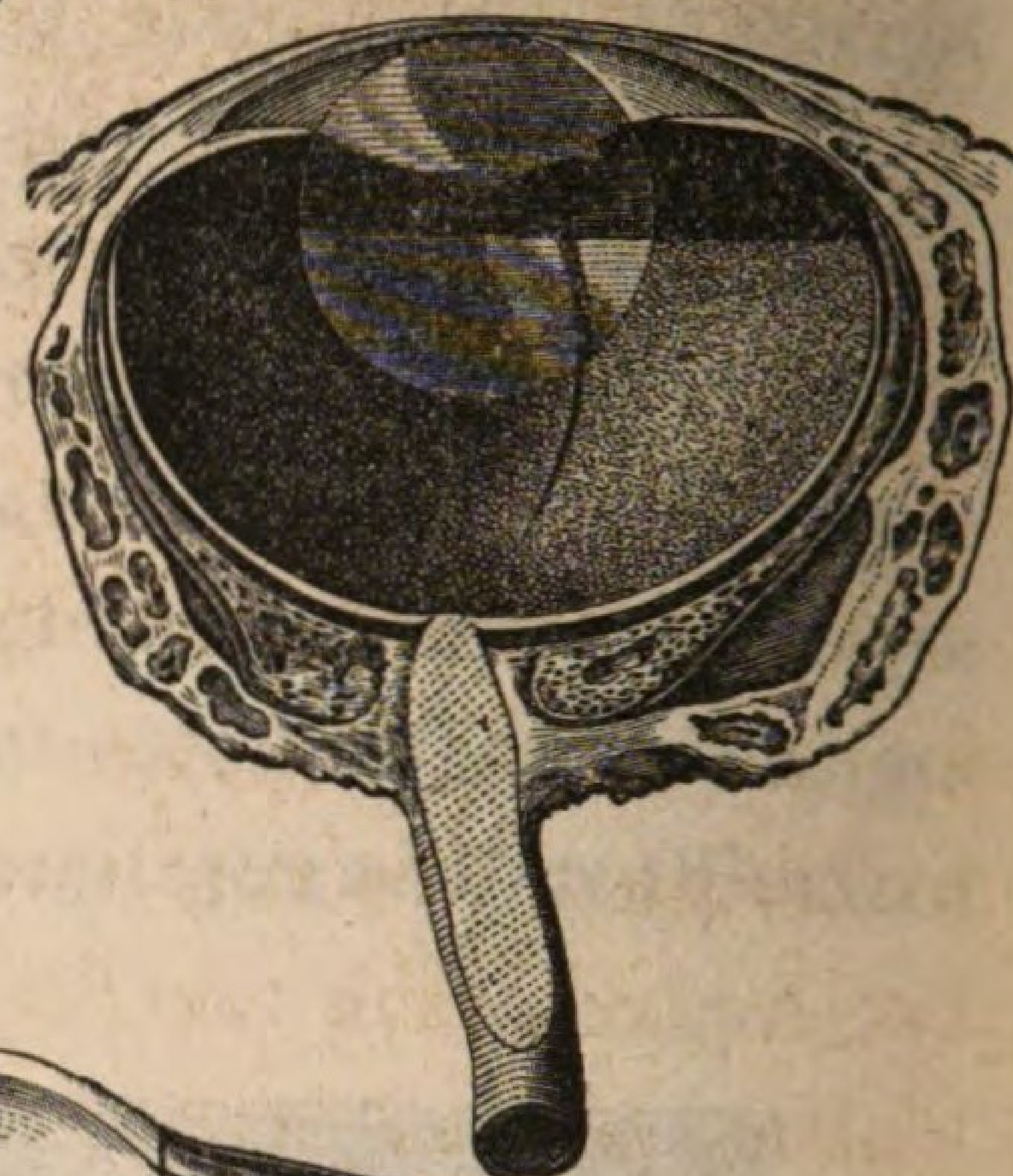
104.



106.



107.



105.

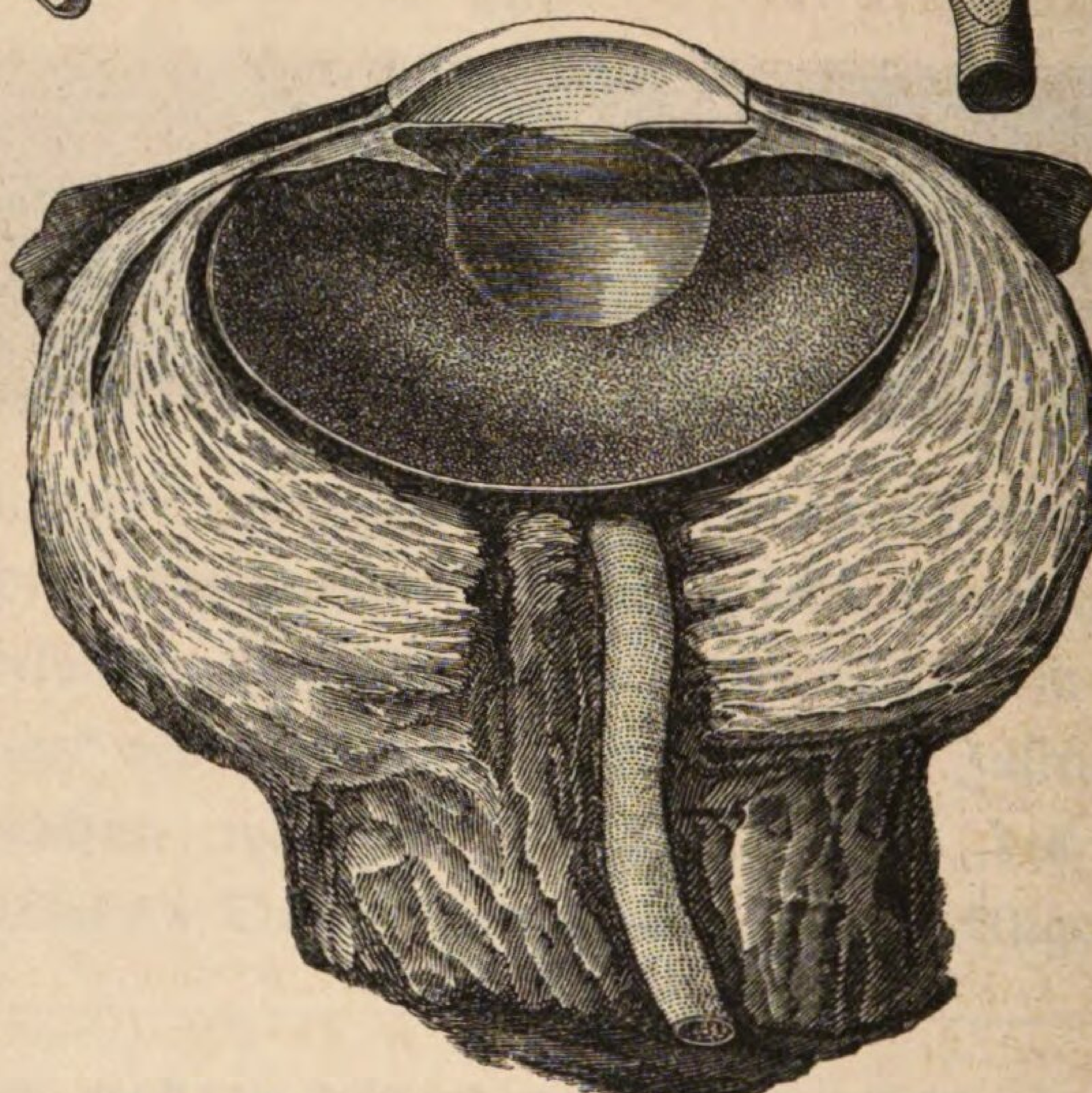


Fig. 104: Auge des Pferdes, Fig. 105: des Wallfisches, Fig. 106: des Königsadlers, Fig. 107: des Kabeljaues. Alle wagerecht durchgeschnitten, in natürlicher Größe. (Nach D. W. Sömmerring: de oculorum hominis animaliumque sectione horizontali. 1818.)

f. Bau des Auges.

Das eigentliche Auge, oder der Augapfel, ist beim Menschen fast vollkommen kugelrund, seine äußeren Häute auch ziemlich gleichförmig dick. Bei manchen Thieren, und ganz besonders bei den Vögeln (Fig. 106), ist es mehr in die Länge gezogen, bei den ausschließlich im Wasser lebenden Thieren, wie namentlich bei den Wallthieren (Fig. 105) und den Fischen (Fig. 107) auswendig zwar auch rund, inwendig aber, durch die ungemeine Dicke der äußersten, faserigen oder sogenannten weißen Haut (Sclerotica) sehr stark verkürzt. Genauer betrachtet zeigt sich der Augapfel aus zwei Kugelabschnitten zusammengesetzt. Der hintere, größere wird von jener „weißen Haut" (m, m, m), der vordere, kleinere und stärker gewölbte von der durchsichtigen Hornhaut (h, h) eingenommen. Jener umfaßt zunächst die Gefäßhaut, darauf die Netzhaut und den Glaskörper (g); dieser die wässerige Flüssigkeit (v). Zwischen dem Glas=

103.

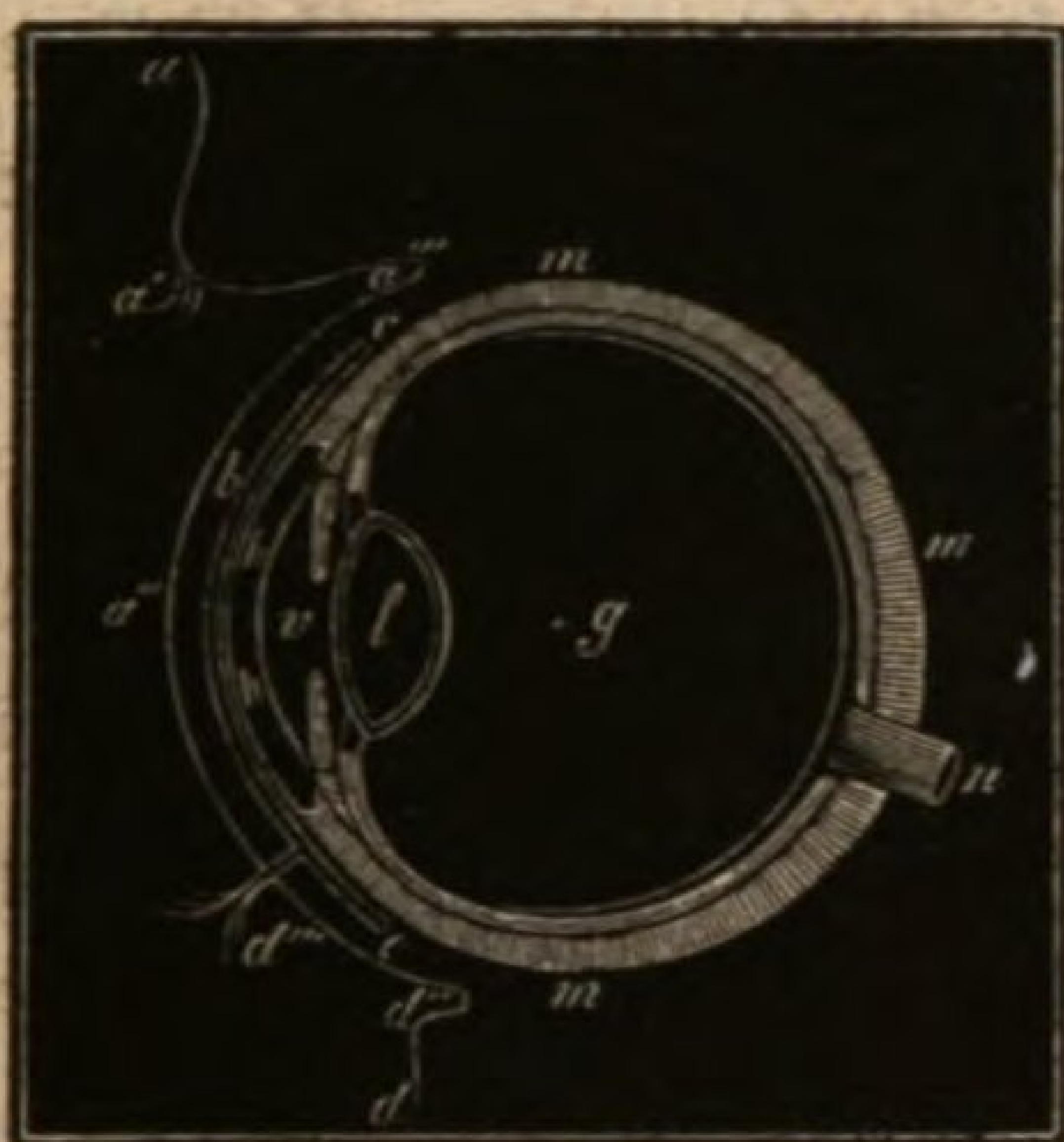
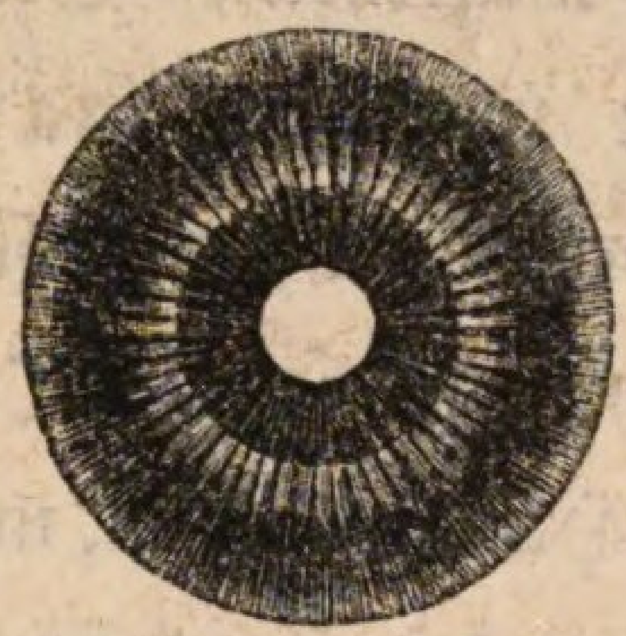


Fig. 103. Idealer Durchschnitt des menschlichen Auges von oben nach unten. a: die Haut an der Stirne; a': die Augenbraunen, a'': die äußere Haut des gesenkten oberen Augenliedes, a''': die in die Augenhöhle hineingeschlagene Hautfalte, von welcher das obere Augenlied herabsteigt; b: die inwendige, viel dünnere Haut des oberen Augenliedes; c—c: der überaus dünne, durchsichtige Hautüberzug, der den Augapfel vorn bekleidet. d: die Wangenhaut; d'': die wenig tiefe Falte, von der das untere Augenlied hervortritt; d''': die äußere Haut des unteren Augenliedes. g: der Glaskörper; h, h: die Hornhaut; l: die Linse, in ihrer Kapsel liegend; m, m, m: die weiße Haut (oder undurchsichtige Hornhaut). Diese ist mit Querstreifen abgebildet, die ihrer inneren Wand anliegende Aderhaut hingegen mit Längslinien, und die zunächst vor dieser liegende Netzhaut nur durch eine einfache Halbkreislinie bezeichnet. n: der Sehnerv; v: die wässerige Feuchtigkeit.

körper und der wässerigen Flüssigkeit ist die Linsenkapsel befestigt. In ihr liegt die Linse (l). Von dem vorderen Kreisrand der Aderhaut tritt ein gefäßreicher, breiter, mit vielen Falten besetzter Ring, der Strahlenkörper, an den äußeren Umfang der vorderen Linsenkapselwand. Vor ihm steigt die Regenbogenhaut in den Raum der wässerigen Feuchtigkeit, und theilt ihn in zwei „Kammern" ab, die jedoch durch die Oeffnung dieser ringförmigen Haut, als die Pupille allgemein bekannt, mit einander in freier Verbindung stehen. Nimmt man an einem frischen Auge, das mit der Hornhaut auf einem hellen Grunde liegt, die hintere Wand

108.



ganz weg, so sieht man durch den Glaskörper den zierlich die Linse umkreisenden Strahlenkörper, ferner durch die Linse und die hintere Augenkammer die dunkle Regenbogenhaut, und durch die Pupille und die Hornhaut den hellen Grund, worauf das Auge ruht.

Wenn unsere Augen, wie man sagt „offen stehen", d. h. wenn das obere Augenlied in die Höhe gezogen ist, so liegt die Hornhaut und der zunächst daran stoßende Theil von der weißen Haut frei zu Tage. Daß gerade so viel vom Augapfel durch die Augenliederspalte sichtbar ist, rührt davon her, daß die äußere Haut durch diese Spalte erst auf die hintere Fläche der Augenlieder und dann, freilich sehr verdünnt, auf eben jene Strecke des Augapfels hinübertritt. Dieser dünne Hautüberzug an der vorderen Wand des Augapfels wird die Bindehaut genannt. Sie und die entsprechende hintere

---

Fig. 108. Der Strahlenkörper und die Regenbogenhaut des menschlichen Auges von hinten gesehen. Der helle Centralkreis ist die Pupille. Nach Sömmerring: Abbildungen des menschlichen Auges. 1801. Tab. 5, Fig 10.

Fläche der Augenlieder sind ungemein glatt und werden durch die Thränen fortwährend feucht und schlüpfrig gehalten. Wie dies geschieht, wollen wir etwas näher betrachten, wenngleich den Meisten von Ihnen wohl schon sattsam bekannt.

Die Augenlieder sind Hautfalten, die jede durch ein Knorpelblättchen eine gewisse Festigkeit erhalten. Das obere Augenlied hat seinen besonderen Hebemuskel (a), beide einen gemeinsamen äußeren (b) und inneren Schnürmuskel. Zahlreiche langgestreckte Schleimdrüsen haben in den Knorpelblättchen ihre Lage, scheinen aber an der hinteren Wand der Augenlieder durch (m, n). Die Thränendrüse hat ihre Lage über dem äußeren Augenwinkel dicht an der Schläfe, in einer Vertiefung der knöchernen Decke, die von einer hervorstehenden Kante des Stirnbeins geschützt wird. Ihre Ausführungsgänge münden hoch oben an der hinteren Wand des oberen Augenliedes aus (d, d, d). Die daraus ununterbrochen hervorsickernden Thränen bestehen aus einer salzigen Flüssigkeit, und es ist auffallend, wie eine solche für die zarte Bindehaut so wohlthuend ist, während das süße Wasser einen

109.

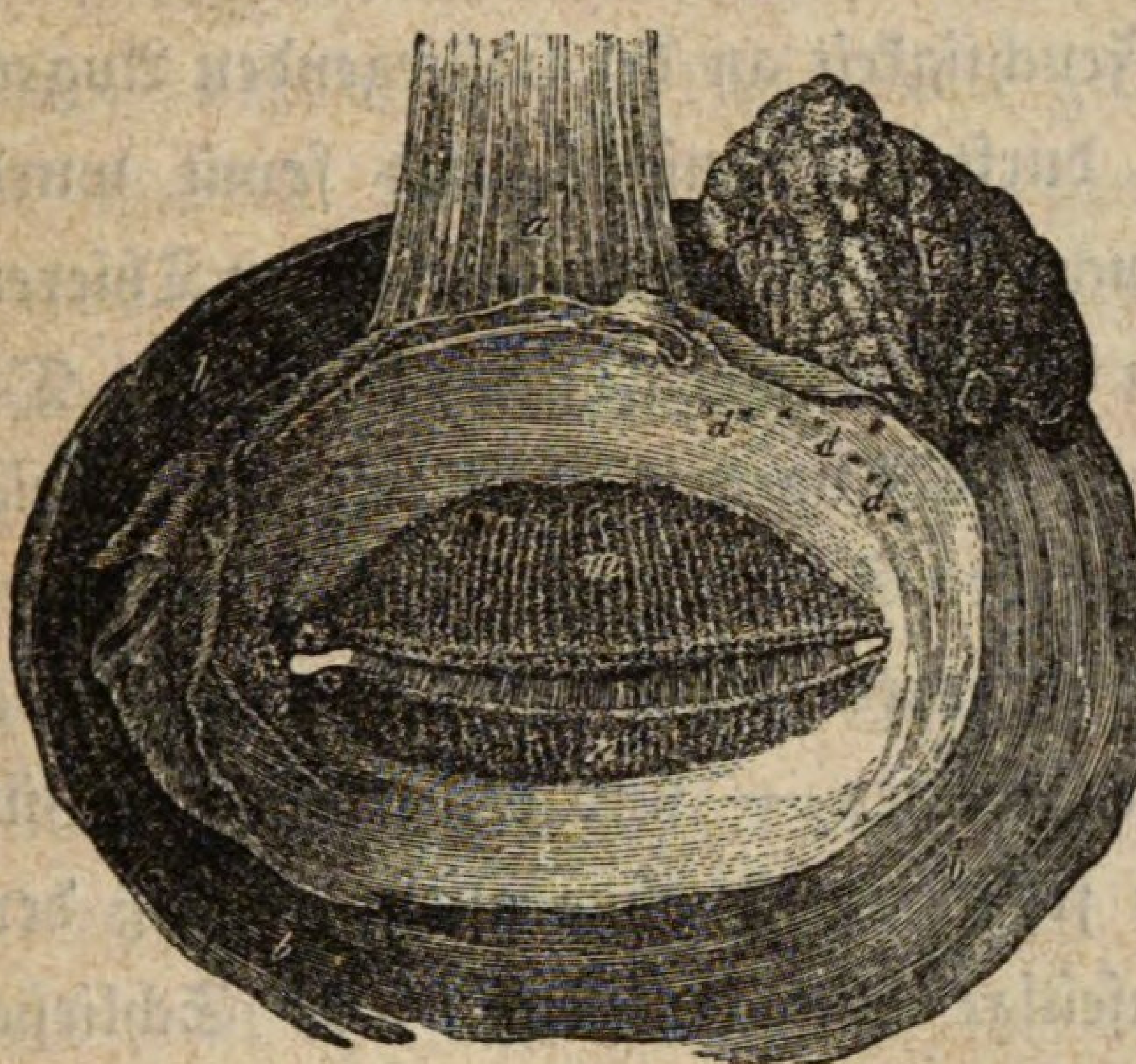


Fig. 109. Losgetrennte Augenlieder der rechten Seite von hinten angesehen. (Nach Sömmerring: Abbildungen des menschlichen Auges. 1801. Tab. 2, Fig. 10.) a: der Hebemuskel des oberen Augenliedes; b, b, b: der äußere Schnürmuskel der Augenlieder; c: die Thränendrüse; d, d, d: die Oeffnungen ihrer Ausführungsgänge; e, e: die Thränenpunkte; m, n: die hintere Wand des oberen und unteren Augenliedes mit den durchscheinenden Schleimdrüsen (Meibom'schen Drüsen).

gewissen Reiz auf sie ausübt. Durch das äußerst genaue Anpassen der Augenlieder an den Augapfel müssen nun die Thränen über die ganze Bindehaut verbreitet werden. Dies geschieht auch wie von selbst, so lange noch das obere Augenlied herabgesenkt ist, also während des Schlafes. Im Augenblicke des Erwachens hebt sich aber unwillkürlich das obere Augenlied — so bereits bei der Geburt —, und so lange es gehoben, verdampft die Feuchtigkeit an der freiliegenden Augenfläche. Trocken werden durfte diese nicht, und somit wurde es dem Menschen, wie auch allen in der Luft lebenden Thieren, nicht gestattet, die Augen ununterbrochen offen zu halten. Der Schließer und der Oeffner des Auges — wie wir die Zweige des 7ten Nervenpaares für den Schnürmuskel der Augenlieder, und die des dritten Nervenpaares für den Aufhebemuskel des oberen Augenliedes nennen können — sind beide unserer Willkür unterworfen, wirken jedoch meist ohne allen Einfluß derselben. Sie sind gegenseitige Antagonisten. Der Schließer steht vorzugsweise im Dienste des organischen Lebens. Er strebt danach, das Auge ununterbrochen gedeckt zu halten, und dies gelingt ihm auch im Schlafe; beim Erwachen aber tritt der Oeffner auf seinen Posten, und bestrebt sich, solange noch das Gehirn über das Rückenmark seinen vollen Einfluß geltend macht, das Auge dem Lichte bloßzustellen. Er giebt nach bei dem allergeringsten Gefühle von Trockenheit am Auge, und nicht weniger, so wie irgend eine Gefahr dem Auge droht. Blitzschnell ist seine Nachgebung; denn selten erreicht ein fremder Körper das Auge, bevor das schützende Augenlied es bereits gedeckt. Blitzschnell zieht er wieder die Zügel an, denn kaum gewahren wir deren Erschlaffung; wir meinen Etwas ununterbrochen zu betrachten, während doch die Betrachtung fast alle Augenblicke zur Befeuchtung des Auges unterbrochen wird.

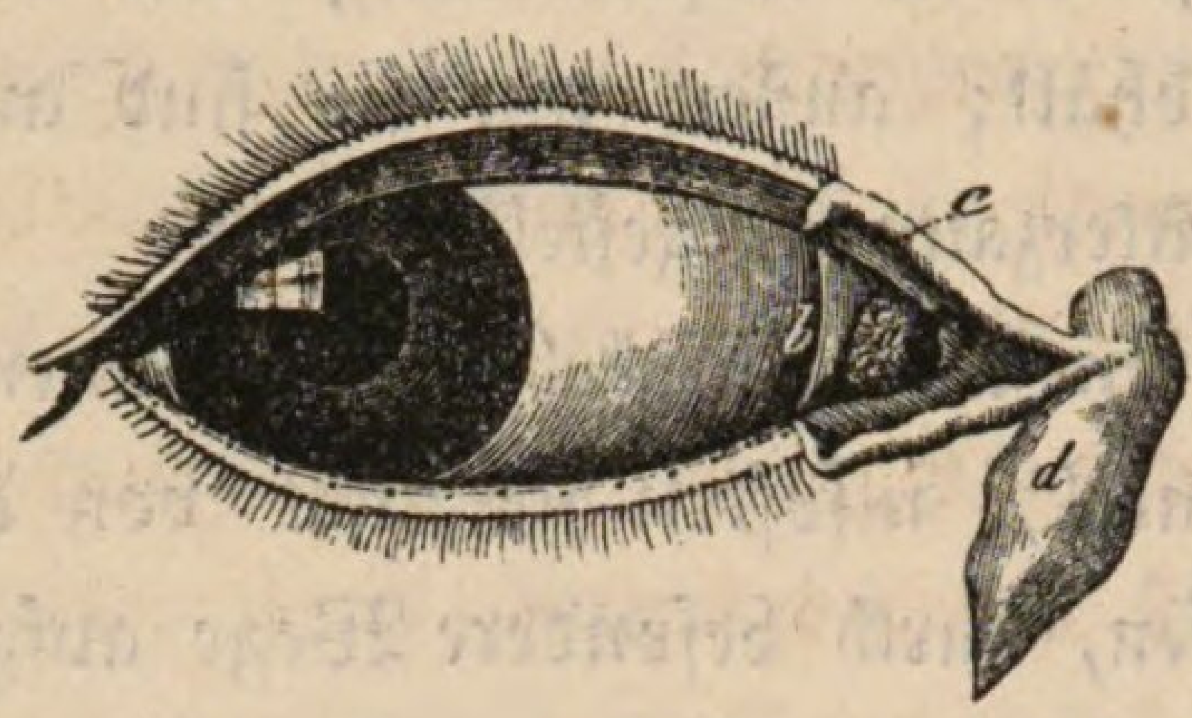
Die salzigen Thränen sollten auf die Bindehaut beschränkt sein, — längs der Augenliederränder sind die Mündungen jener Schleimdrüsen aufgereiht, deren Absonderung wie eine ölige Schmiere die Thränen abhält; außen um sie sind auch noch die Wimpern als ein Gitterzaun aufgestellt.

Die Thränen, vom äußeren Augenwinkel herabkommend, werden am inneren Augenwinkel, insofern sie nicht von der vorderen Augenfläche verdampfen, durch besondere Wege aufgenommen, darauf in die Nasenhöhle geleitet. — Nehmen wir diesen inneren Augenwinkel etwas genauer vor! Ungefähr $2\frac{1}{2}'''$ von ihm entfernt, weichen die beiden Augenliederränder aus einander, verlieren ihre Wimpern, und schließen sich nicht mehr dem Augapfel an. Dadurch entsteht der sogenannte Thränensee. An den Augapfel schmiegt sich daselbst eine Falte der Bindehaut, die beim Menschen sehr klein, bei manchen Thieren aber, zumal bei den Vögeln, ganz bedeutend ist. An dieser kleinen, halbmondförmigen Falte der Bindehaut sitzt ein weiches, rothes Körperchen, der sogenannte Thränenkarunkel. Auch darin liegen mehre Schleimdrüsen, und auch um ihre Mündungen sind feine Härchen aufgestellt, wodurch der Damm gegen den Thränenfluß ringsum vervollständigt wird.

Genau an der Stelle der Augenliederränder, wo sie zur Bildung des Thränensees aus einander weichen, werden Sie schon an ihren eigenen Augen oben sowohl als unten eine kleine, jedoch sehr deutliche Oeffnung bemerkt haben. Sie werden auch wohl schon wissen, daß es die Thränenpunkte sind. Allgemein bekannt ist die Bedeutung dieser kleinen Oeffnungen doch wohl kaum. Mir ist es wenigstens schon vorgekommen, daß ängstliche Seelen, nachdem sie dieselben zum ersten Male bemerkt hatten, sich ein Mittel ausgebeten haben, um ihrer los zu werden. Die Erfüllung des Wunsches

würde ihnen viele Thränen gekostet haben; denn diese „Punkte"

110.



sind es eben, wodurch die im Thränensee angesammelten Thränen, um nicht über die Wangen zu fließen, eingesogen werden. Sie führen in zwei Röhrchen, die sich nach innen zu entgegenkommen, um die eingesogenen Thränen in den Thränensack zu leiten, welcher selbst wiederum in den untersten Theil der Nasenhöhle ausmündet.

Nachdem Ihnen von den Thränen so viel erzählt worden, bin ich auf die Frage gefaßt: „was macht aber die Thränen fließen, wenn uns Wehmuth oder sonst irgend eine tiefe Gemüthsbewegung ergreift?" Wir wissen es nicht. Die „Sympathien" lassen sich überhaupt gar nicht erklären. In den meisten Fällen können wir eben nur die Zweckmäßigkeit der gleichzeitig verstärkten Lebensthätigkeit deuten, — in diesem Falle vermögen wir auch das nicht einmal.

Von der vorderen Augenfläche aus schreiten wir jetzt ins Innere hinein! Wählen wir erst ein Ochsenauge, worin alle Theile etwas größer und deshalb leichter zu erkennen sind! Die dem Augapfel äußerlich ansitzenden Theile sind weggenommen; eine feine Schere dringt mitten in die Hornhaut (Cornea) hinein, diese krystallklare, jedoch feste, derbe Haut, die sich über die Regenbogenhaut, wie ein Uhrglas über die Uhr-

---

Fig. 110. Vordere Fläche des menschlichen rechten Auges mit auspräparirten Thränenwegen. Nach Zinn: descriptio anatomica oculi humani. 1755. Tab. 7, fig. 10. a: Thränenkarunkel; b: die halbmondförmige Falte; c: Thränenröhrchen des oberen Augenliedes; d: Thränensack.

scheibe wölbt. Die wässerige Feuchtigkeit wird dadurch entleert. Von dem Einstiche aus machen wir einen Kreuzschnitt, verlängern ihn durch die weiße Haut, und schlagen die vier Lappen zurück. Wir haben dann noch eine dunkle weiche Schicht wegzunehmen, die unter dem Mikroskope aus lauter Farbenzellen zu bestehen scheint, und die Aderhaut liegt mit zwei ihrer schönen strudelförmigen Venenstämmen frei vor uns.

111.

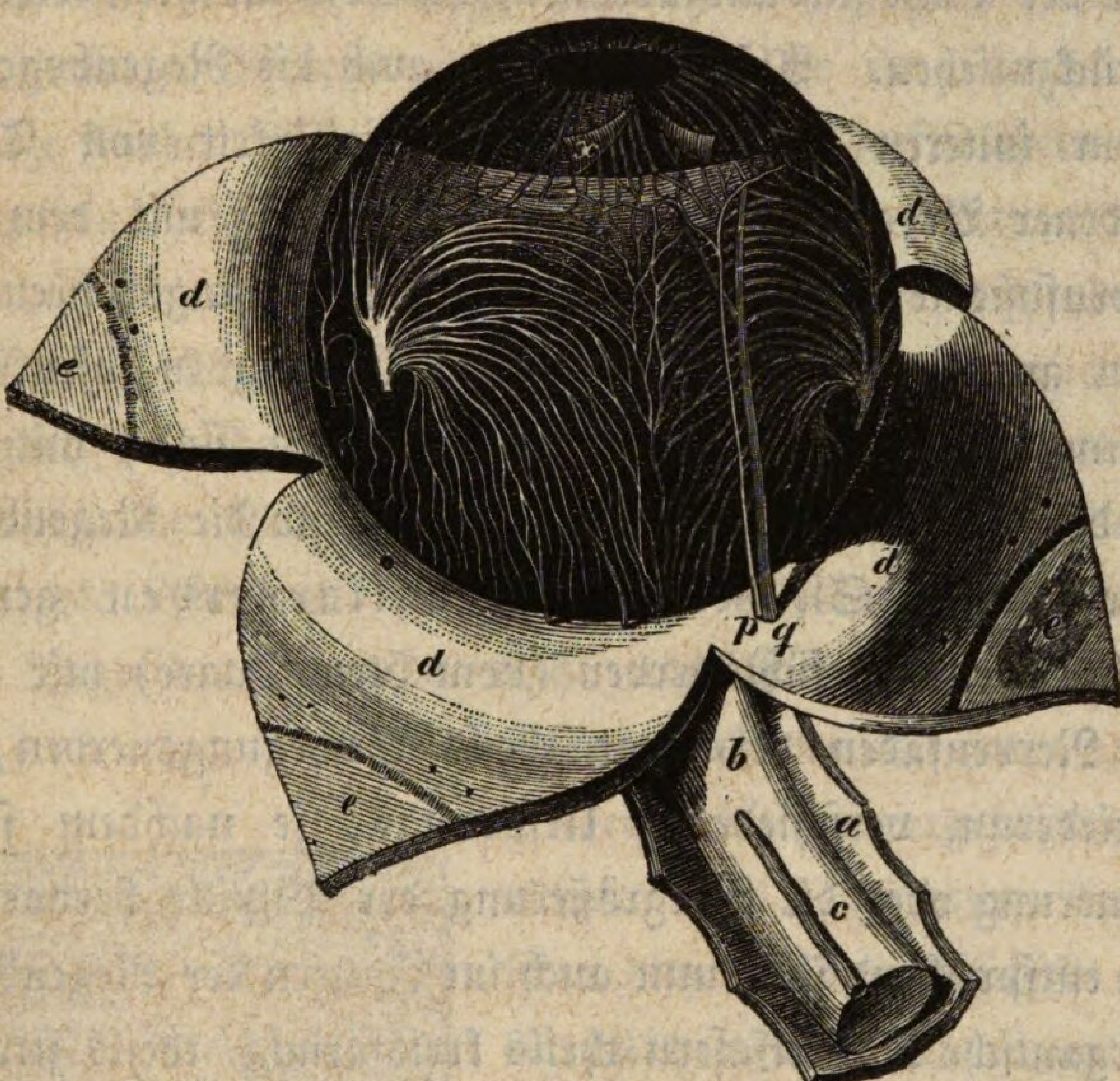
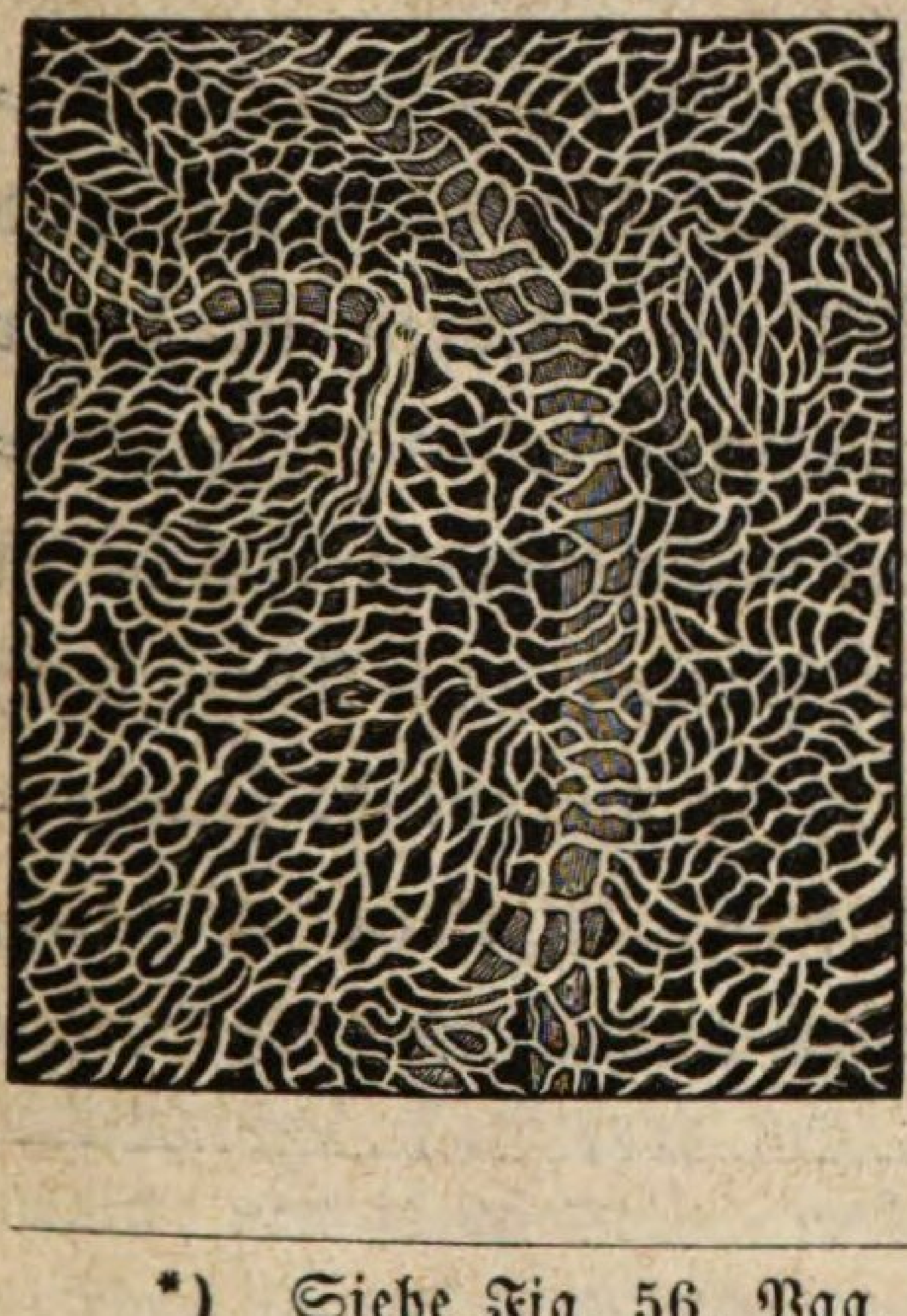


Fig. 111. Ein Ochsenauge, an welchem die Hornhaut und die weiße Haut eingeschnitten und zurückgeschlagen sind. (Nach Zinn: descriptio anatomica oculi humani. Tab. 4, fig. 2.) a: die aufgeschnittene und zurückgeschlagene Scheide des Sehnerven; b: der Sehnerv; c: die Vene, die das Blut von der Netzhaut zurückführt; d, d, d, d: die inwendige Fläche der weißen Haut; e, e, e: die hintere Fläche der in vier Theile zerschnittenen Hornhaut; p: eine lange Ciliararterie; q: ein Ciliarnerv; x: die vordere Bekleidungsschicht der Regenbogenhaut.

Die Bedeutung der Regenbogenhaut (Iris) ist Ihnen bereits bekannt. Es hat dieses Organ denselben Zweck, als der schwarze Ring, den der Optiker sich von Papier oder Taffet ausschneidet, um damit den äußeren Kreis seiner gläsernen Linse zu decken und die Randstrahlen abzuwehren; auch nimmt es sich beim ersten Anblick fast eben so einfach aus. Als ein lebendes „Diaphragma" aber hat die Regenbogenhaut zugleich den Beruf, das Licht, je nach dessen Stärke, bald mehr, bald weniger abzuhalten, folglich bald bis nahe an den Mittelpunkt der Linse sich auszudehnen, bald bis an ihren Kreisrand sich zurückzuziehen. Also zeigt denn auch die Regenbogenhaut in ihrem inneren Bau eine Mannichfaltigkeit von Theilen verschiedener Bedeutung, in ihrer Verbindung mit dem Centralnervensysteme eine Verwickelung der Leitungsröhren, die es kaum anjetzt noch gelungen ist, vollständig zu lösen. Die ins Innere des Auges dringenden Nerven sind, mit Ausnahme des Sehnerven, einzig und allein für die Regenbogenhaut bestimmt. Sie werden alle Ciliarnerven genannt, sind aber theils Gefühlsnerven (vom 5ten Paare) mit organischen Nervenfäden vermengt, theils Bewegungsnerven, und diese wiederum verschiedenen Ursprungs, je nachdem sie die Verkleinerung oder die Vergrößerung der Pupille hervorrufen. Diesem entsprechend sind nun auch im Innern der Regenbogenhaut organische Muskelfasern theils kreisförmig, theils strahlenförmig geordnet. Ihre zahlreichen Arterien und Venen bilden bei ihrer Verbindung einen größeren und einen kleineren Kreis. Alle eben genannte Systeme sind außerdem durch Bindegewebe verbunden, und auswendig mit einer Bekleidungsschicht und einer Lage dunkler, an der hinteren Fläche kohlenschwarzer Farbenzellen überzogen. — Dies ist in kurzen Umrissen der Bau des Organs, das in den dioptrischen Instrumenten von einem schwarz angestrichenen Stück Papier vertreten wird.

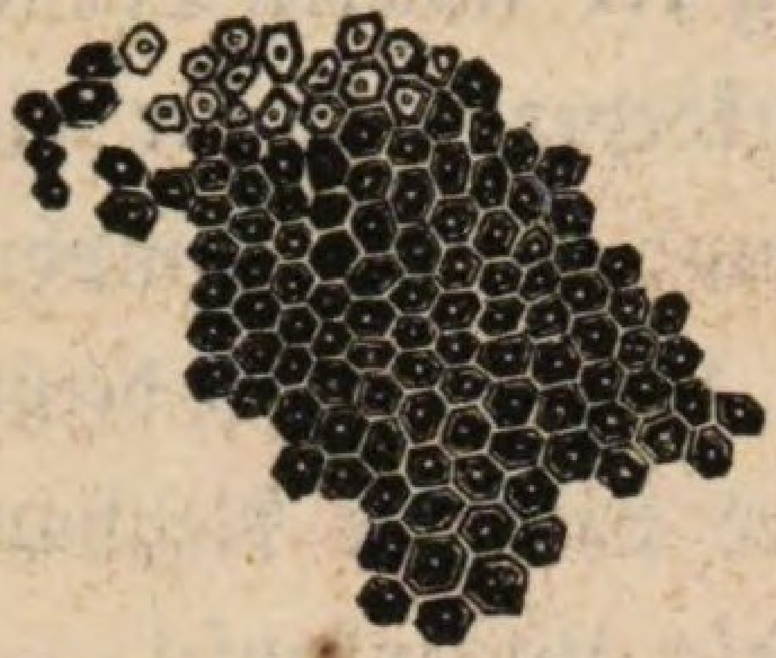
Die Aderhaut dient dem Auge vorzugsweise als Träger der Blutgefäße, und folglich zur Ernährung der inneren Theile. Dasselbe gilt auch noch für den Strahlenkörper und für ein verwandtes Gebilde im Auge aller Vögel und mancher Amphibien und Fische, das der „Kamm" (siehe Fig. 106 und 107) heißt. Von der Aderhaut hinten im Auge dringt es durch die Netzhaut und den Glaskörper, mitunter bis an die Linsenkapsel. — Alle zur Aderhaut gehörigen Theile sind mit Farbenzellen reichlich versehen. An ihrer auswendigen Fläche bilden sie jene weiche, dunkle Schicht zunächst der weißen Haut. In ihrem inneren Gewebe zerstreut, geben sie ihr überhaupt eine schwarze Farbe. Wunderschön machen sich auf solchem Grunde die weißen zur Regenbogenhaut ziehenden Ciliarnerven, wie auch die Arterien und Venen, wenn solche entweder noch von Blut gefüllt oder mit einer gefärbten Masse injicirt sind; und ganz besonders gilt dies für jene strudelförmigen Venen ihrer äußeren Schicht. — An ihrer inwendigen Wand erscheint die Aderhaut in einem mit rother Masse fein injicirten Auge durchgehends roth, und Sie haben es schon erfahren, daß dies von einem daranliegenden feinen Haargefäßnetze herrührt. Im Ochsenauge liegt zwischen dieser Haargefäßschicht und der eigentlichen Gefäßhaut eine gefäßlose, aus glänzenden Fasern gewebte Schicht (das Tapetum) wie eingeschoben. An der inneren Fläche der Haargefäßschicht aber liegt wiederum eine Ihnen bereits vorgezeigte Schicht, nämlich jene mosaikförmig geordneten Farbenzellen, die im

*)



*) Siehe Fig. 56, Pag. 230.

**)



menschlichen Auge durchgehends von schwarzem Farbestoff angefüllt sind.

Indem wir die Schichten des Augapfels nach und nach abtrennen, kommen wir von der zum Schutze dienenden weißen und der zur Ernährung dienenden Gefäßhaut auf die Netzhaut (Retina), die dazu bestimmt ist, das Licht zu empfangen und durch den Sehnerven ans Bewußtsein zu verpflanzen. Dieses so wichtige Gebilde erscheint in dem Auge eines eben gestorbenen Thieres als eine weiche Schicht, die so durchsichtig ist, daß sie für die äußerste Schicht des Glaskörpers angenommen, oder wohl gar ganz übersehen werden könnte. Kurz nach dem Tode nimmt sie allmählig eine milchweiße Farbe an, verräth aber dem unbewaffneten Auge auch dann noch keinen besonderen, feinen Bau. In ihrer Mitte, d. h. in dem Punkte, wo sie von der Achse des ganzen Auges getroffen wird, hat sie eine kleine Vertiefung (fast wie ein kleines Loch), und um diese herum nimmt sie bei dem Menschen, wie auch bei den Affen, eine stark citrongelbe Farbe an. Ihre Verbindung mit dem Sehnerven findet weiter nach innen hin Statt.

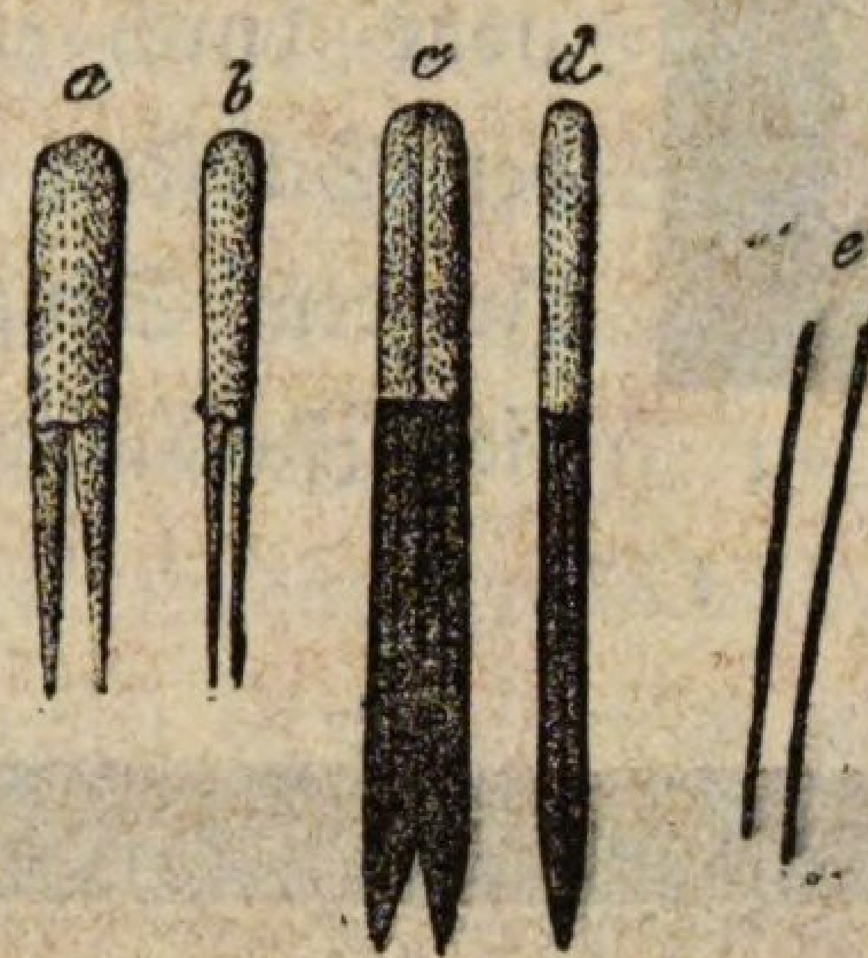
Erst vor etwa 12—15 Jahren gerieth man durchs Mikroskop auf die Spur des feineren Baues der Netzhaut, und zwar besonders in Fischaugen. Seit 10 Jahren ist dieser ihr Bau nunmehr durch Dr. Hannover etwa folgendermaßen dargelegt worden. — An ihrer auswendigen Fläche ist die Netzhaut mit unzähligen, äußerst zarten, zum Theil auch überaus dünnen Stielchen besetzt, die in die anstoßende Farbenzellenschicht gewissermaßen eingekeilt sind, insofern nämlich, als sie in dunkeln, von den Farbenzellen ausgehenden Scheiden

---

**) Siehe Fig. 12, Pag. 67.

stecken. Genauer betrachtet, sind diese zarten Stielchen nur die äußersten Enden von dicht an einander gestellten cylindrischen, durchsichtigen Körperchen, und zwar so, daß entweder jedem einzelnen, oder auch zweien der Stielchen ein besonderes Körperchen entspricht. Die zweigestielten Körperchen werden „Zwillingszapfen“, die einfach gestielten „Stäbe“ genannt. Von den Zwillingszapfen haben einige einen kreisrunden, andere einen länglichrunden Durchschnitt. Stets aber stehen alle diese Theile vollkommen symmetrisch aufgestellt, die Zwillingszapfen von Stäben umkreist. Die auswendige Fläche der Netzhaut gewährt dadurch, nach Wegnah-

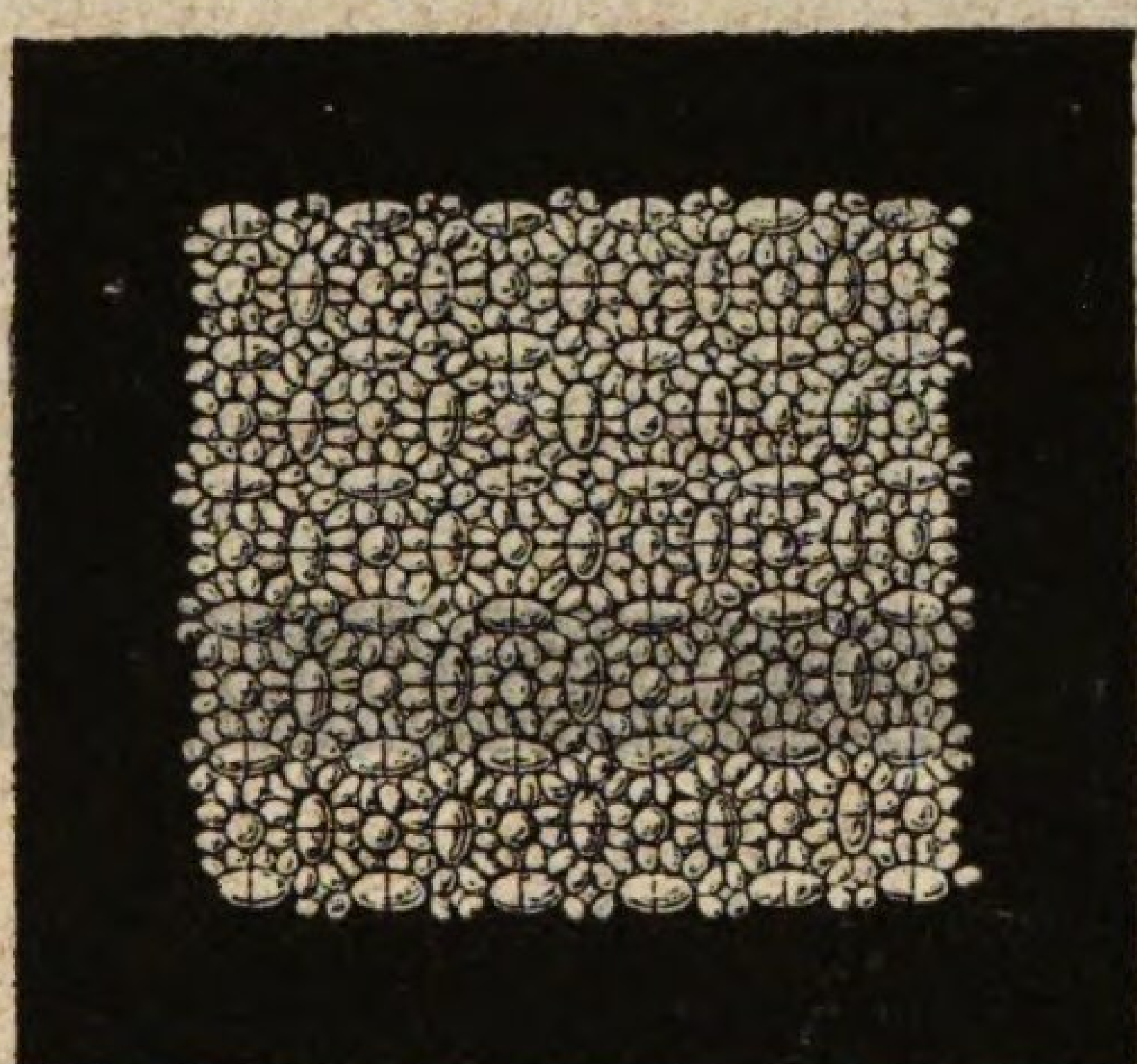
112.



113.



114.



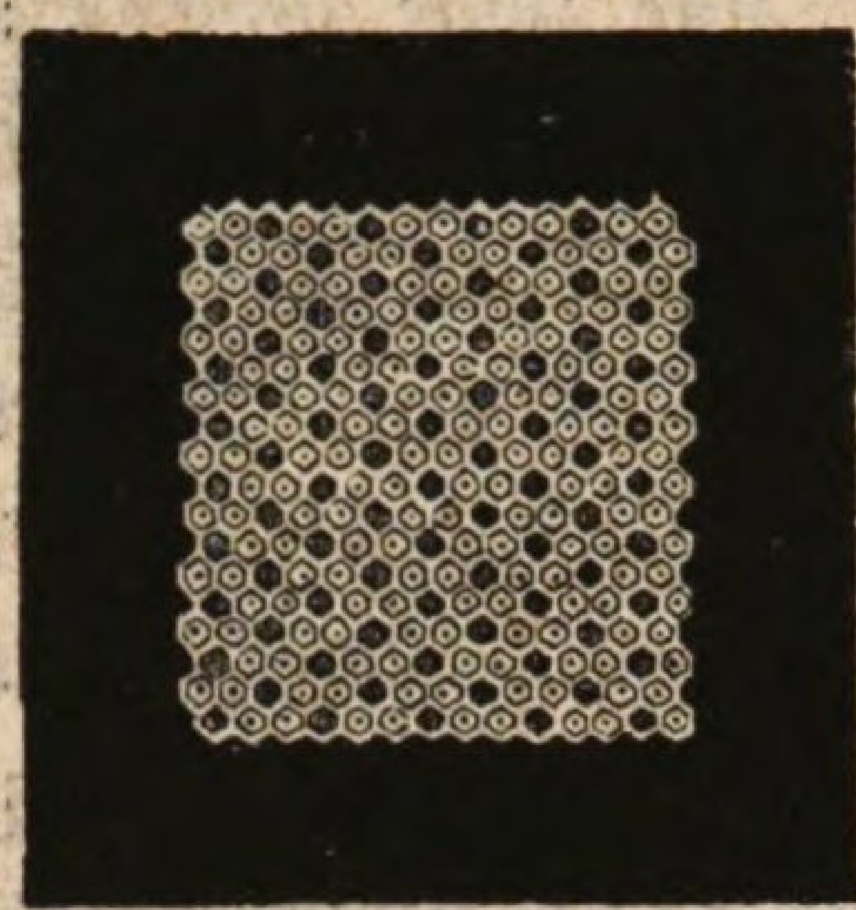
Alle Figuren 112—117 nach Hannover in den Schriften der dän. Gesellsch. d. Wiss. 10ter Theil. 1843.

Fig. 112—114. Die äußere Schicht der Netzhaut im Auge vom Hecht. Fig. 112. a: Zwillingszapfen mit eirundem, b: mit kreisrundem Durchschnitt; c, d: dieselben mit ihren Spitzen in den farbigen Scheiden steckend; e: zarte Fädchen, woraus die Scheiden zusammengesetzt sind. — Fig. 113. Schematische Darstellung von einem Zwillingszapfen mit eirundem Durchschnitt, von seinen Stäben umkreist. Fig. 114. Aeußere Fläche der Netzhaut, nachdem sämmtliche Stielchen weggenommen sind.

me sämmtlicher Stielchen, im Mikroskope einen sehr hübschen An-

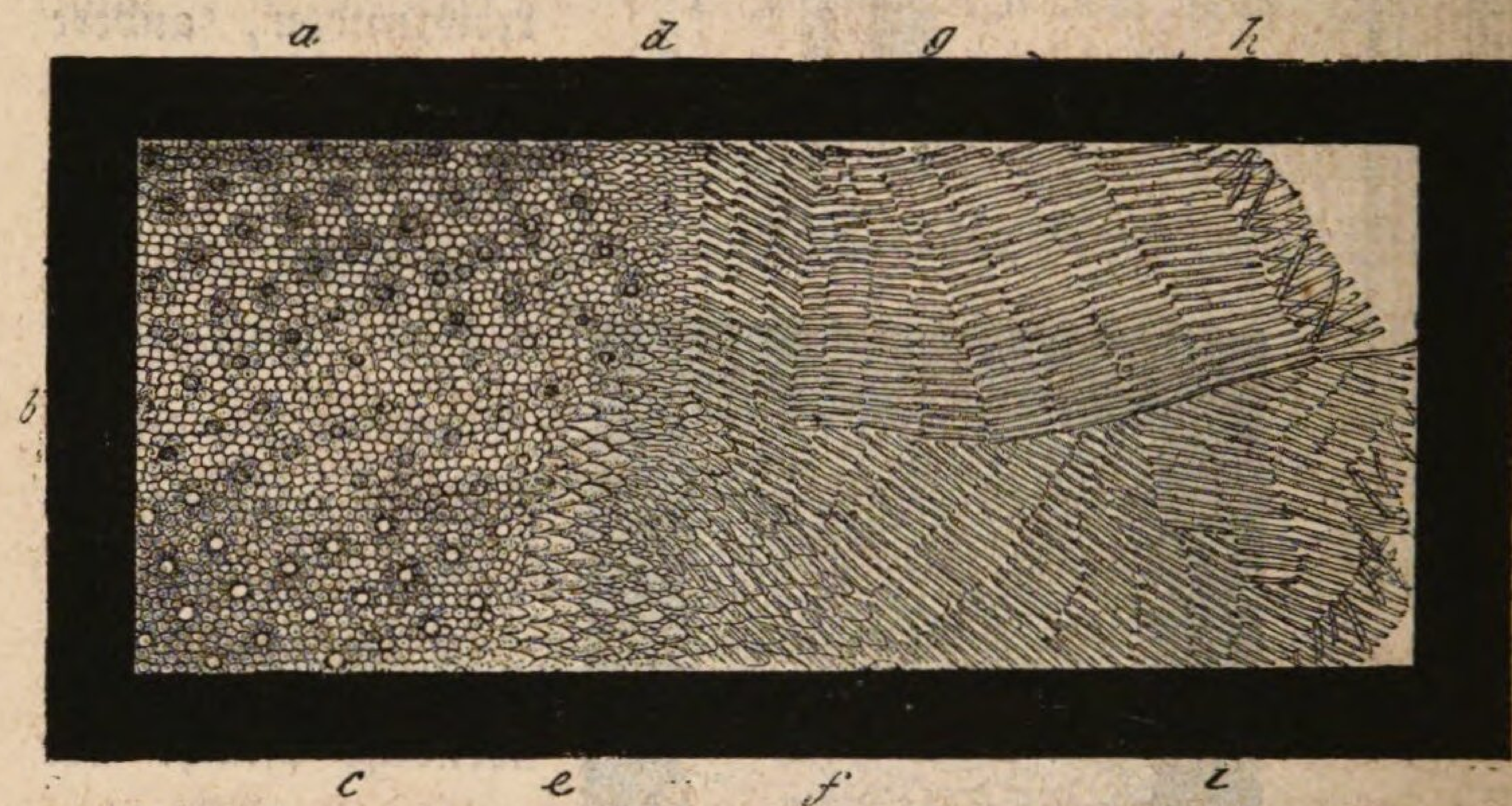
115. 116.





blick, besonders im Vogelauge, indem darin die Zwillingszapfen und die Stäbchen gleicher Größe sind, dabei aber jene roth, diese citrongelb erscheinen, und zwar durch ein farbiges, in den Scheiden enthaltenes Oel. In dem Säugethierauge sind die Zwillingszapfen spärli-

117.



cher, die Stäbe zahlreicher vorhanden. Uebrigens sind alle diese Gebilde so klein, daß in ihrer senkrechten Stellung gegen die Farbenzellenschicht der Gefäßhaut etwa 8—9 Zwil-

Fig. 115—116. Netzhaut eines Huhns. Fig. 115. Schematische Darstellung eines Zwillingszapfens, von 6 Stäben umzäunt. Fig. 116. Die Netzhaut von außen gesehen; die Stiele der Zwillingszapfen und der Stäbe stecken noch in ihren mit farbigem Oele versehenen Scheiden.

Fig. 117. Die auswendige Fläche der Netzhaut von einem Ochsenauge. Bei a sind die Zwillingszapfen undeutlich, bei b deutlicher, bei c am deutlichsten hervortretend. Bei d erscheinen die Stäbe umgeworfen, bei e herausgefallen, wodurch die Zwillingszapfen um so deutlicher werden; bei f decken die Theile einander; bei g, h und i sind die Stäbe vollends umgestürzt und durch einander geworfen.

lingszapfen mit den anliegenden Stäben an einer einzelnen dieser mikroskopischen Zellen Platz finden.

Der eben beschriebene merkwürdige Bau gehört nur der auswendigen Schicht der Netzhaut an. Die mehr nach innen liegenden Schichten derselben sind rein nervöser Natur. Zwei davon bestehen aus Nervenzellen, eine aber aus Nervengrundröhren, und zwar ausschließlich aus den Grundröhren des Sehnerven. Jede solche Grundröhre stellt ganz sicherlich einen besonderen Bezirk der Netzhaut dar, und daraus scheint denn auch hervorzugehen, daß in jedem dieser Bezirke eine Grundröhre des Sehnerven sich ende, was jedoch bis jetzt noch nicht gelungen ist anatomisch nachzuweisen.

Das Ernährungsleben der Netzhaut wird nicht durch das in der Gefäßhaut kreisende Blut vermittelt, sondern durch besondere kleine Arterien und Venen, deren Stämme in der Achse des Sehnerven liegen, während ihre Zweige an der inwendigen hohlen Netzhautwand ein schönes Gefäßnetz bilden. Nur ein kleiner Zweig geht davon an den Glaskörper ab.

Hinsichtlich des inneren Baues sind noch die durchsichtigen, zur Lichtbrechung dienenden Theile zu besprechen. Dem Anscheine nach wäre darüber freilich nicht viel zu sagen. Die Linse wurde bis vor 15 Jahren für eine einfache Gallertmasse, der Glaskörper für eine Anhäufung von zarten, mit Wasser gefüllten Zellen angesehen. Da gelang es durchs Mikroskop jene Gallertmasse als ein schönes Geflecht von bandförmigen Strängen anzuerkennen, die Stränge in der Linse des Fischauges noch dazu mit gezackten Rändern dicht in einander greifend; und im Glaskörper scheint man wenigstens auf der Spur eines nicht minder verwickelten Baues zu sein.

Sehen wir nun noch auf die auswendig dem Augapfel ansitzenden Theile etwas hin!

Der Augapfel ist ungemein beweglich. Seinen Muskeln gehören, wie Ihnen bereits mitgetheilt, nicht weniger als drei ganze Nervenpaare (das dritte, vierte und sechste). Nehmen wir nun diese Muskeln selbst etwas in Augenschein!

Jeder Augapfel hat erstlich vier Muskeln, „die geraden Augenmuskeln" genannt, deren Fleischkörper ganz hinten in der Tiefe der Augenhöhle festsitzen, während ihre Flechsen als dünne, breite Bänder dem vorderen Ende der weißen Haut angeheftet sind, und zwar so, daß sie zusammengenommen um die Hornhaut ein Kreuz bilden. Es läßt sich nun ganz leicht berechnen, wie der Augapfel durch die Zusammenziehung jedes dieser Muskeln seine Stellung ändert. Es ist namentlich klar, daß die Hornhaut durch die Wirkung eines einzelnen derselben entweder nach oben oder unten, rechts oder links, durch die Wirkung zweier benachbarten aber in eine Richtung zwischen zwei der genannten gestellt werden muß, und daß demnach durch die ungleich starken Zusammenzie-

118.

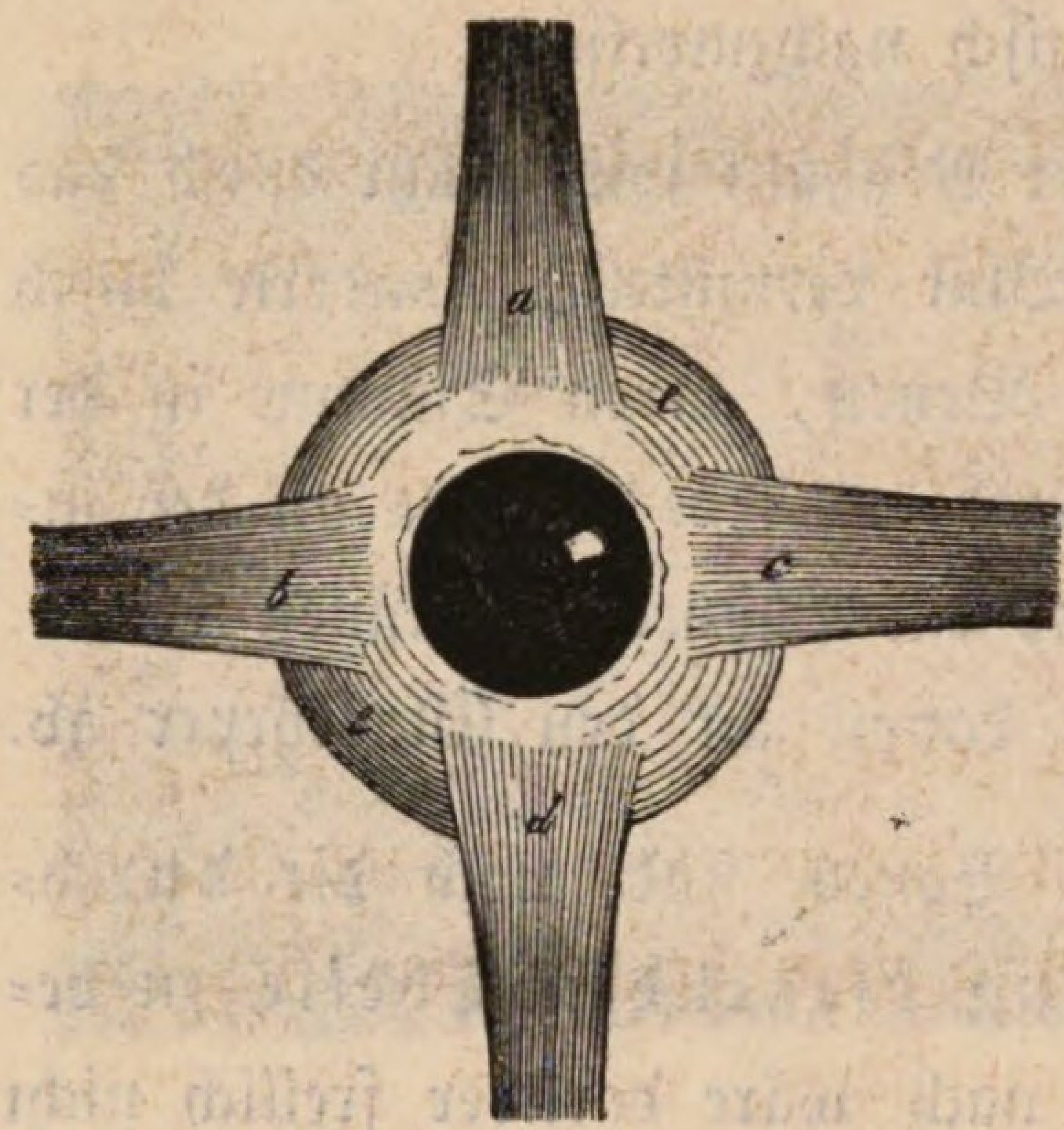


Fig. 118. Die Anheftung der vier geraden Augenmuskeln an die vordere Fläche des linken Augapfels. (Nach Loder: Anatomische Tafeln. 1794. Tab. 56, Fig. 11). a: der vordere Theil des oberen, b: des inneren, c: des äußeren, d: des unteren geraden Augenmuskels; e—e: die weiße Haut.

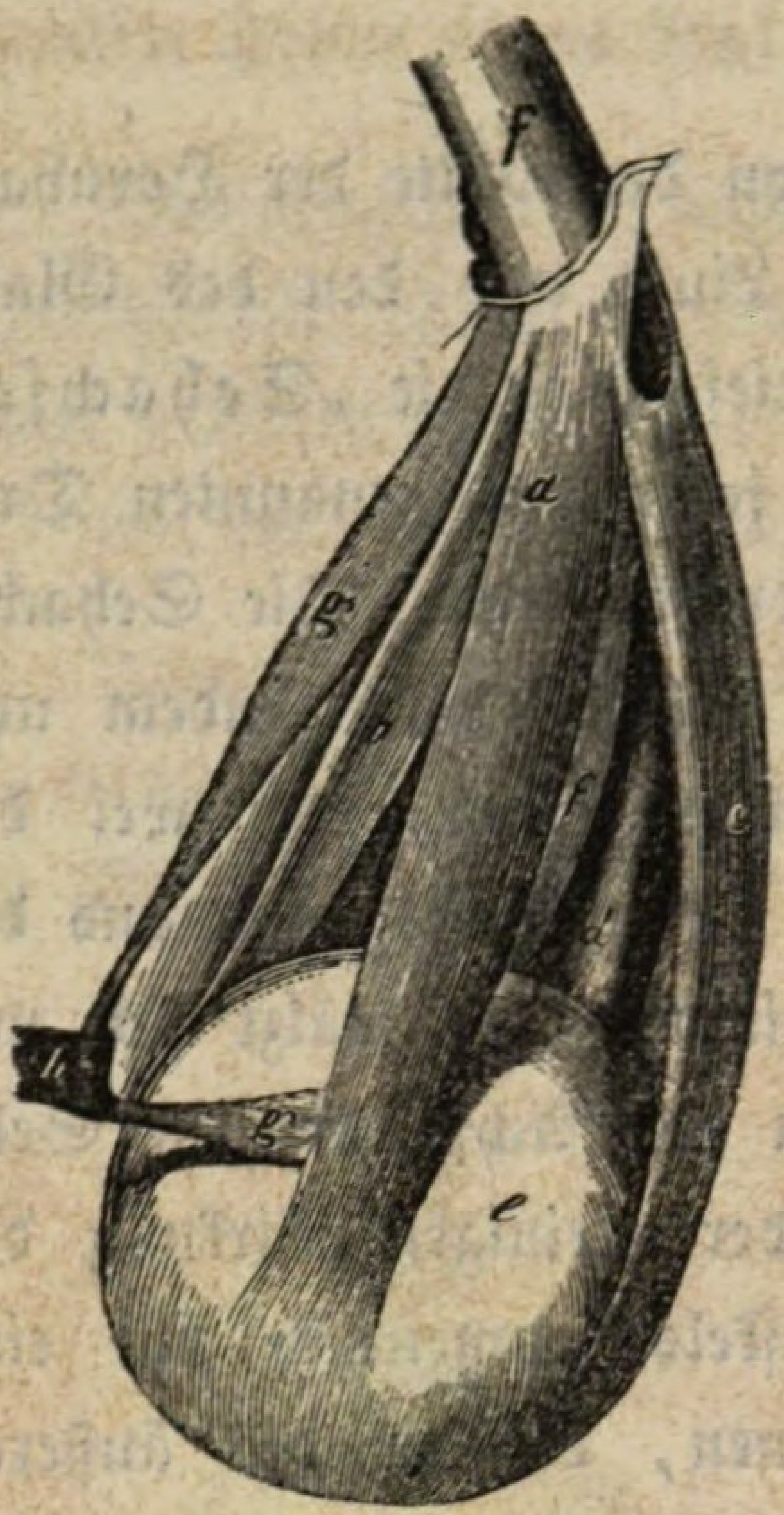
hungen dieser Muskeln dem Blicke jede beliebige Richtung gegeben werden kann.

Denken wir uns eine Linie von der Mitte der Hornhaut gerade durch den Mittelpunkt der Linse und den des Glaskörpers gezogen, und nennen wir diese Linie die „Sehachse", so sieht man gleich ein, daß bei jeder der genannten Drehungen des Augapfels auch sie gedreht wird. Die Sehachse giebt auch eben die Richtung des Blickes an. Indem nun aber das Auge sich durch die Wirkung eines oder zwei der geraden Augenmuskeln dreht, wird es durchaus nicht aus der Stelle verrückt, die es einmal einnimmt. Es wälzt sich nur um sich selbst herum, und zwar um eine Achse, die jene Sehachse senkrecht durchschneidet; bei der alleinigen Wirkung des oberen oder unteren geraden Muskels namentlich um eine Achse, die quer von außen nach innen, bei der des äußeren oder inneren hingegen um eine, die von oben nach unten gerichtet ist.

Um nun den Augapfel in jeder möglichen Richtung, in der überhaupt eine Kugel sich drehen läßt, beweglich zu machen — wenngleich immer nur in einem beschränkten Grade — wären nur noch zwei Kräfte vonnöthen, nämlich zwei querwirkende, wodurch der Augapfel sich um die Sehachse selbst drehe. Diese querwirkenden Kräfte sind in den beiden schiefen Augenmuskeln gegeben. Jedoch steigen dieselben nicht nur quer, sondern zugleich etwas rückwärts an den Augapfel, und dadurch ist noch ein anderer Zweck erreicht, nämlich auf die vier geraden Augenmuskeln, während diese den Augapfel etwas in die Augenhöhle zurückzwingen, eine Gegenwirkung auszuüben.

Bei dem oberen schiefen Augenmuskel (g—g) ist die genannte doppelte Wirkung durch eine ganz besondere Vorkeh-

119.

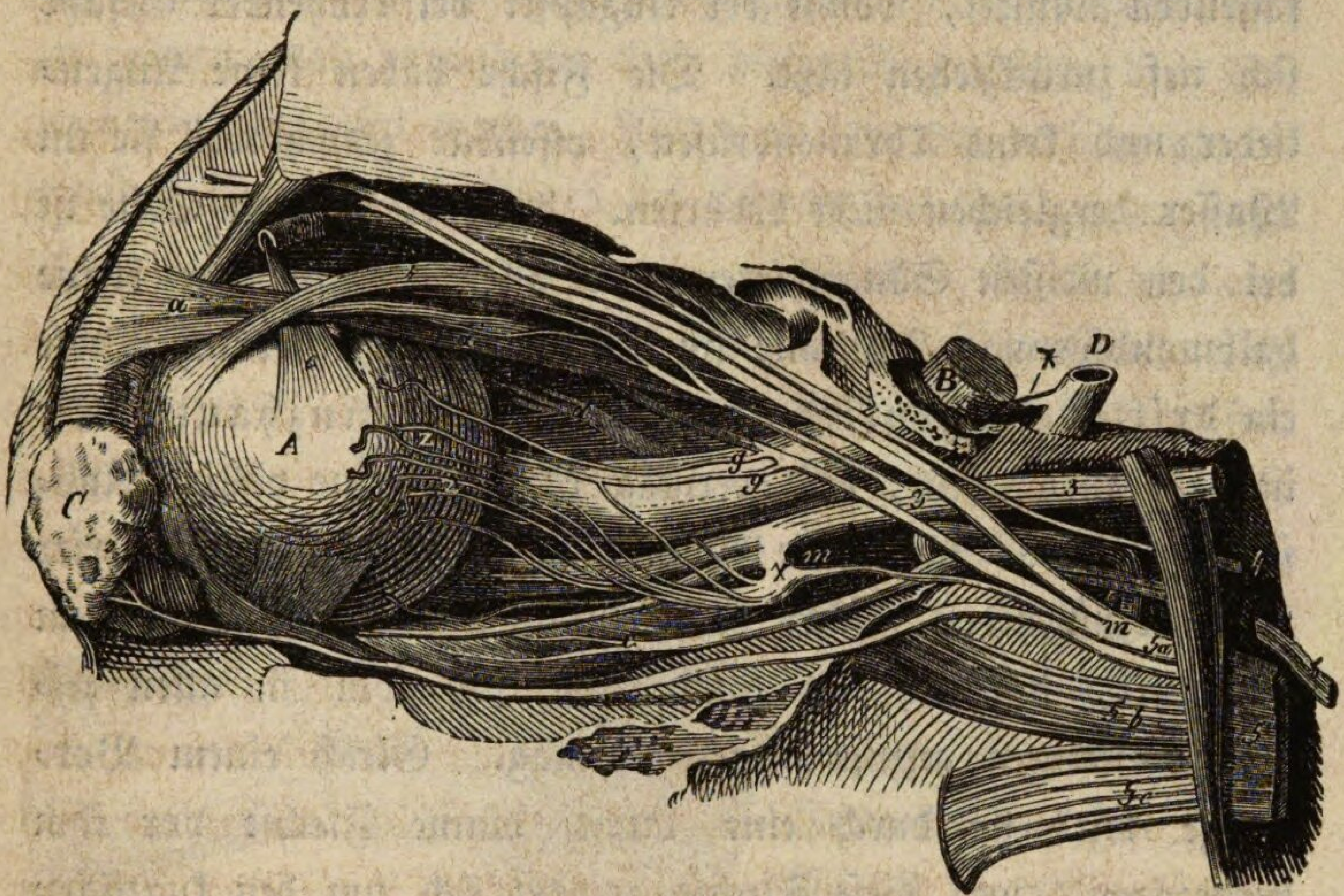


rung zu Stande gebracht. Sein Fleischkörper sitzt mit seinen Antagonisten vereint in der Tiefe der Augenhöhle um das Loch, wodurch der Sehnerv (f) aus der Schädelhöhle hervortritt. Seine dünne Flechse reicht bis an den vorderen Rand der Augenhöhlendecke zunächst der Nase. Hier ist ein knorpeliger Halbring (h) befestigt; die Flechse steigt durch diesen hindurch, und bedient sich seiner wie einer Rolle oder Winde, indem sie beim Heraustreten plötzlich die Richtung verändert, um rückwärts quer auf den Augapfel hinabzusteigen. Man sieht gleich, daß dieser Muskel auf den Augapfel in einer Richtung wirken müsse, als ob er an jener Rolle festsitze, zugleich aber mit der Kraft, die ihm die ganze Länge seines hinten in der Augenhöhle festsitzenden Fleischkörpers gewährt. Der untere schiefe Augenmuskel, der dem oberen, wie bereits gesagt, beisteht, um den geraden Augenmuskeln entgegenzuwirken, ist ihm hingegen in der Querrichtung ein Antagonist. Sein Fleischkörper sitzt unten am vorderen Rand der Augenhöhle, und schlägt sich von dort aus halb um den Augapfel herum, und zwar so, daß seine Flechse sich der des oberen schiefen Augenmuskels gerade entgegenstellt.

Fig. 119. Die Muskeln des linken menschlichen Auges von oben gesehen. a: der obere, b: der innere, c: der äußere, d: der untere gerade Augenmuskel; e: der Augapfel; f—f: der Sehnerv; g—g: der obere schiefe Augenmuskel; h: seine Rolle. (Zinn. l. c. Tab. 5, fig 2).

Sollten Sie nun vielleicht noch sämmtliche Theile der Augenhöhle in ihrer natürlichen Lage auf einmal überschauen mögen? Ein solches Gesammtbild ist Ihnen hier zur gefälligen Ansicht vorgelegt.

120.



Glauben Sie ja nicht, daß der menschliche Organismus in dem ganzen Bau des Auges und der dazu gehörigen Theile

---

Fig. 120. Linke Augenhöhle des Menschen, von außen geöffnet, und sämmtliche darin enthaltenen Nerven und Muskeln auspräparirt. (Zinn: descriptio anat. oc. hum. Tab. 6, fig 1.) A: Augapfel; B: Sehnerv, vor seinem Eintritt in die Augenhöhle; C: Thränendrüse; D: die innere Kopfschlagader, von welcher die Augenschlagader (*) den Sehnerven in die Augenhöhle begleitet; a—a: Hebemuskel des oberen Augenliedes; b: der obere, c: der äußere, d: der innere gerade Augenmuskel; e: der obere, f: der untere schiefe Augenmuskel. g, g: Ciliarnerven, die unmittelbar vom 5ten Nervenpaare stammen; 3: der gemeinschaftliche Muskelnerv für den Hebemuskel des oberen Augenliedes, den oberen, inneren und unteren geraden, wie auch den unteren schiefen Augenmuskel. 4: der Nerv für den oberen schiefen, 5 a, 5 b und 5 c: die drei Hauptäste des 5ten Nervenpaares; 6: der Nerv für den äußeren geraden Augenmuskel. x: das Ciliarganglion: z, z: Ciliarnerven.

vor dem der Wirbelthiere im Allgemeinen auch nur im mindesten bevorzugt sei! Die sechs eben beschriebenen Muskeln und Nerven sind in allen vier Wirbelthierklassen vorhanden, und dazu haben viele Säugethiere außerdem noch einen besonderen, den Augapfel und den Sehnerven trichterförmig umfassenden Muskel, womit der Augapfel bei drohender Gefahr sich tief zurückziehen läßt. Die Fische haben keine Augenlieder und keine Thränendrüsen, offenbar jedoch weil sie im Wasser dergleichen nicht bedürfen. Auf der anderen Seite ist bei den meisten Säugethieren und allen Vögeln jene kleine halbmondförmige Hautfalte im Thränensee gewissermaßen wie ein drittes Augenlied ausgebildet: die „Blinzhaut". Sie ist halb durchsichtig, und vermag es also, ohne völlige Ausschließung des Lichtes, die Einwirkung von Staub und scharfer Luft abzuwehren. Ihre Muskeln sitzen unmittelbar an dem Augapfel, wodurch sie auch selbst sich ihm in allen seinen Stellungen anzuschmiegen vermag. Gleich einem Vorhange wird sie durch eine lange dünne Flechse vor ihm hergezogen, und diese Flechse windet sich um den kugeligen Augapfel. Davon herabgleiten kann sie dennoch nicht, denn sie schlägt sich um den Sehnerven selbst herum; diesen drücken kann sie aber auch nicht, denn ihre Anziehung geschieht durch zwei Muskeln, von denen der eine (c) sie zugleich dem Sehnerven zuzuziehen, der andere (d) sie zugleich von ihm abzuziehen scheint, und durch deren vereinte Wirkung sie also in der gehörigen Entfernung gehalten wird.

121.

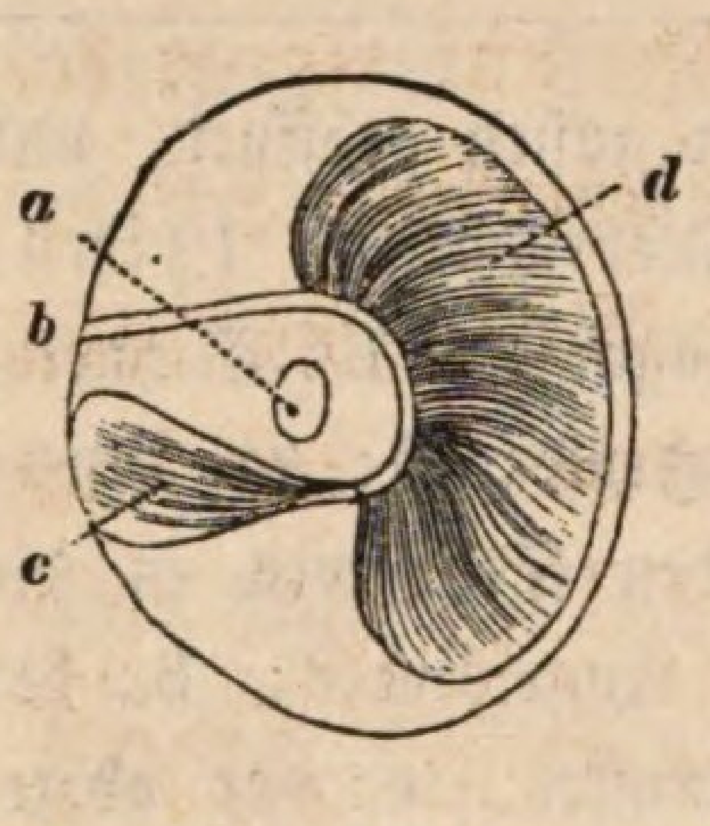
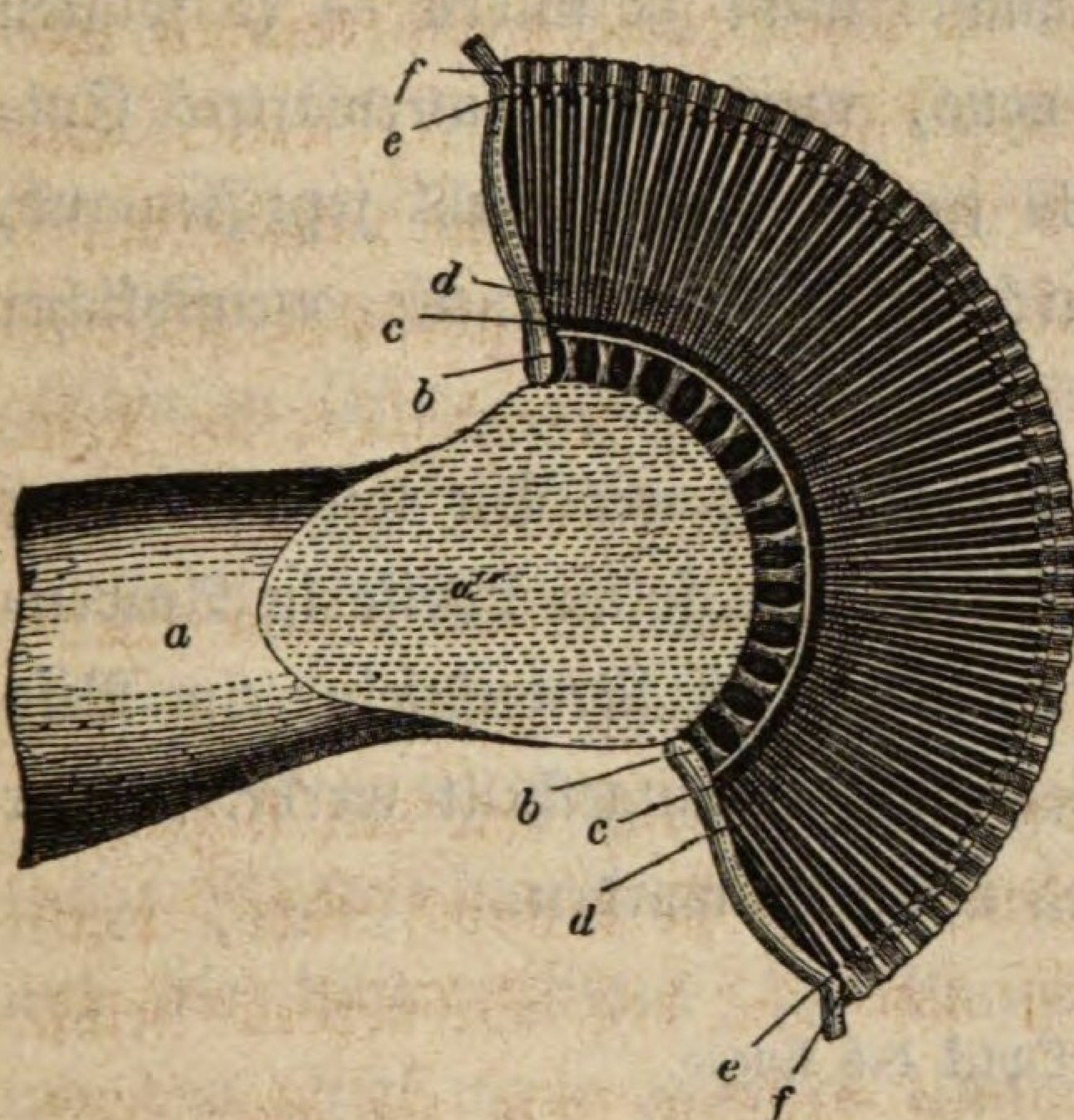


Fig. 121. Hintere Fläche des Augapfels vom großen Schuhu, um die Hälfte verkleinert. (Rud. Wagner: Icones physiol. Tab. 12, fig. 6). a: der durchgeschnittene Sehnerv; b: lange Sehne des birnförmigen Muskels: c; d: der breite, viereckige Muskel.

Bei den niederen Thieren finden sich im Allgemeinen Augen vor, die im Bau bedeutend von den Augen der Wirbelthiere abweichen. Es muß das Erstaunen der Naturforscher erregen, auf wie mannichfaltige Weise die Natur die Aufgabe gelöst, auf einer mit Lichtsinn begabten Fläche die Lichtkegel von den äußeren hellen Gegenständen so zu sammeln und zu ordnen, daß daraus ein Bild dieser Gegenstände dem Bewußtsein zugeführt werde. Als eine der am meisten abweichenden Formen des Auges sei Ihnen das Insectenauge genannt. Durch ein einfaches Brennglas sieht man außen an einem solchen, wie Sie Alle wohl schon gesehen, eine ungemein große Anzahl von Facetten, und durchs Mikroskop erkennt man im Innern, daß jede solche Facette, deren Anzahl beim Maikäfer z. B. etwa 8820 beträgt, einem Aeuglein entspricht, mit einem besonderen Zweige vom allgemeinen Sehnerven versehen.

122.



Von der uns einmal gestatteten Zeit dürfen wir nun nicht mehr auf den Bau des Auges verwenden. „Ist denn

Fig. 122. Das rechte Auge eines Maikäfers, wagerecht mitten durchgeschnitten, 30 mal vergrößert. (Nach Straus-Durckheim: considérations générales sur l'anatomie comp. des anim. articulés. 1828. Tab. 9, fig. 5). a: der Sehnerv; a': Anschwellung desselben am Eingange zur Augenhöhle; b—b: Stammäste des Sehnerven; c—c: eine dunkelgefärbte Schicht, die Gefäßhaut darstellend; d—d: Zweige der Stammäste des Sehnerven, jeder für sich der Sehnerv eines der kleinen Augen; e—e: die kleinen Augäpfel; f—f: die dicke Hornhaut.

auch wohl noch viel mehr daran zu bemerken?" möchte vielleicht Jemand fragen. Allerdings, würde ich dann zu antworten haben, allerdings steht mir daran gar Manches noch mitzutheilen übrig, um so viel mehr noch dem Naturforscher, der sich mehr speciel mit der Untersuchung des Auges beschäftigt. Wenn Ihnen nun aber auch dies alles mitgetheilt würde, glauben Sie dann etwa, wir wären endlich „fertig" mit diesem Organe? Früher, als die Netzhaut noch für ein einfaches, breiartiges Gebilde, die Pigmenthaut noch für eine structurlose Farbenschicht galt, da meinte auch wohl mancher Anatom, es sei im Auge nichts mehr zu finden — es folgten seitdem Jahr für Jahr neue, meist ganz unerwartete Entdeckungen, und weniger als jemals glaubt wohl jetzt Jemand, daß sie bald erschöpft sei: diese reiche Quelle menschlicher Kenntnisse.

Der ganze Bau des Auges geht, wie Sie wissen, darauf aus, jene Gesetze der Optik auf eine solche Weise in Anwendung zu bringen, daß dadurch dem Bewußtsein ein Bild der vorliegenden hellen Gegenstände mitgetheilt werde. Wir wollen nun sehen, wie dies ermittelt worden.

g. Optik des Auges.

Nachdem wir die Hauptgesetze der Katoptrik und Dioptrik, dann den Bau des Auges dargestellt erhalten, müssen wir nun jene in ihrer Anwendung auf diesen betrachten.

Die Katoptrik, die Lehre von der Reflexion des Lichtes, findet ihre Anwendung aufs Auge, indem die ganze vordere Fläche durch die Bindehaut und die Thränen hinlänglich glatt ist, um eine convexe Spiegelfläche darzustellen. Das lebende Auge erscheint glänzend, und wenn das Licht von einem besonders hellen Gegenstand darauf fällt, wie namentlich am Tage vom Fenster, des Abends von der Lichtflamme, so

gewahren wir in einer gewissen Entfernung ein aufrechtstehendes, verkleinertes Spiegelbild davon, so wie es ja auch an jeder anderen gewölbten, blanken Fläche der Fall ist. Nach dem Tode wird die vordere Fläche des Auges trocken; ihr Glanz geht verloren, und somit auch jenes Spiegelbild. Der Maler bringt, um seinem Bilde den Anstrich des Lebens zu geben, das Spiegelbild am Auge an, und zwar nach der Seite hin, von der die Schatten zeigen, daß das Licht einfällt. Der Bildhauer würde den Augen seiner Statuen den Schein des Lebens mittheilen können, wenn ihm die Regeln seiner Kunst erlaubten, sie mit einem Firniß anzustreichen.

Der Glanz der vorderen Augenfläche ist nun allerdings eine nothwendige Folge von der ausgezeichneten Glätte, die sie haben mußte, um die Augenlieder unbemerkt über sich hingleiten zu lassen. Fürs deutliche Sehen hat er jedoch auch noch eine gewisse Bedeutung, indem es vorzugsweise die gar zu schief einfallenden Lichtstrahlen sind, die dadurch zurückprallen und von dem Innern des Auges abgewehrt werden.

Wie die vordere Fläche des Augapfels, so sind auch noch einige Flächen im Innern des Auges, namentlich die vordere und die hintere Wand der Linsenkapsel, hinlänglich glatt, um das Licht unter gewissen Umständen zu reflectiren. Man bemerkt diese beiden Spiegelbilder im Innern des Auges eines Andern, wenn man ein Licht davor hält, vor einem Spiegel auch im Innern seines eigenen Auges. Das Spiegelbild an der vorderen (convexen) Linsenkapselwand steht aufrecht, das an der hinteren (concaven) ist umgekehrt, beide stark verkleinert.

Mit diesen Spiegelbildern darf nun nicht das dioptrische Sammel-Bild verwechselt werden, das durch die Refraction des Lichtes im Hintergrunde des Auges entsteht. Ein Spiegelbild ändert sich, wie Jeder weiß, je nach der

Stellung des Auges; zwei Zuschauer, die ein und dasselbe Bild im Spiegel sehen, sehen es an verschiedenen Stellen. Es ist kein wirkliches, an den Spiegel gebundenes Bild, vielmehr nur ein scheinbares, und zwar dadurch entstanden, daß die einfallenden Lichtstrahlen von der Spiegelfläche zurückprallen und von dort gerade so an unsere Netzhaut gelangen, als ob sie von Gegenständen hinter dem Spiegel herrührten. — Ein dioptrisches Bild hingegen, ein solches, wie wir es z. B. in der sogenannten dunklen Kammer (camera obscura) sehen, ist ein wirklich vorhandenes, von jedem Zuschauer an einer und derselben Stelle beobachtetes Bild, wie denn auch Daguerre gezeigt hat, daß es sich einer fürs Licht sehr empfänglichen Oberfläche dauerhaft einprägen läßt.

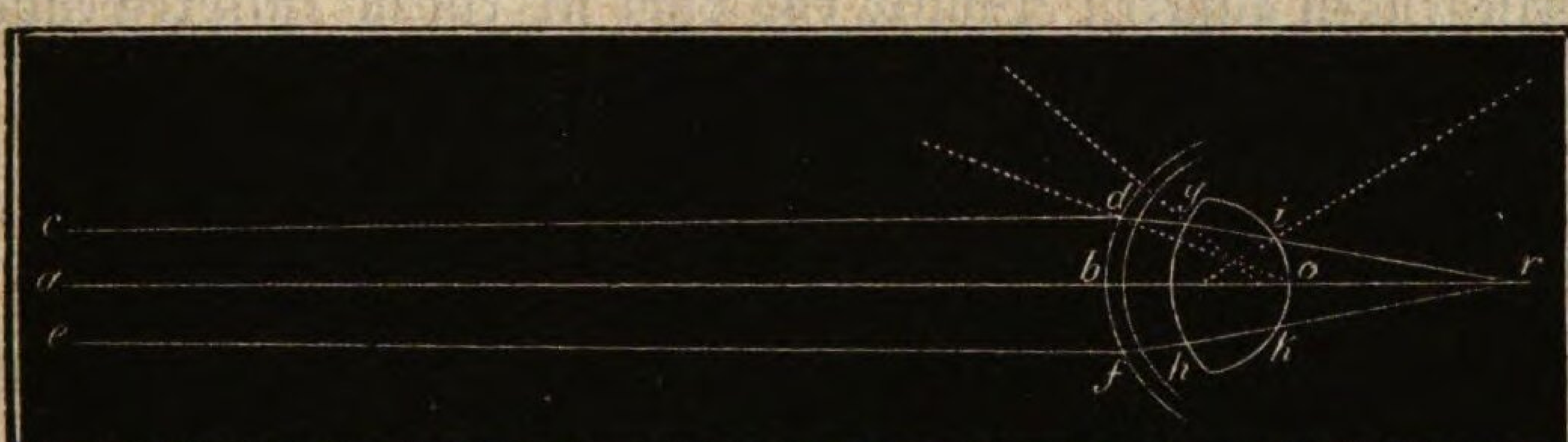
Daß ein solches dioptrisches Bild von den vorliegenden hellen Gegenständen sich im Hintergrunde des Auges bilde, davon kann man sich durch einen ganz einfachen Versuch Gewißheit verschaffen. Sie sehen hier ein ganz frisches Auge von einem weißen Kaninchen. Halten wir es nun einmal so, daß die Hornhaut jenen Kerzen entgegen steht, und sehen Sie doch, wie niedlich diese Kerzen hier am Hintergrunde des Auges wiedergegeben sind! Auch die zunächst liegenden Gegenstände sind noch deutlich zu erkennen — obgleich das ganze Bild sehr verkleinert und umgekehrt ist. Es ist ein wahrhaft dioptrisches Bild. Gesetzt wir hätten eine hohle, fürs Daguerreotypiren zubereitete Platte, die sich an die Stelle der weißen Haut anbringen ließe, so würden wir ihr das Bild einprägen können — wogegen eine ähnliche convexe Platte statt der Hornhaut eingesetzt, natürlich nur den Einfluß des zerstreuten Lichtes erleiden würde.

„Ob sich dieses kleine dioptrische Bild auch an einem Menschenauge nachweisen läßt?" Allerdings, jedoch nur nach einer gewissen, ziemlich mühsamen Zubereitung desselben —

und Sie werden leicht errathen, worin diese besteht. Man muß erst die weiße Haut, dann die Gefäßhaut und die Pigmenthaut abtrennen, und zwar ohne die durchsichtigen Theile aus ihrer natürlichen Lage zu bringen — was wegen ihrer außerordentlichen Weichheit oder Flüssigkeit gar kein Leichtes ist. Am Auge der weißen Kaninchen ist dies nicht nöthig, weil sie zu den „Albinos" gehören, d. h. zu denjenigen Thieren, deren Pigmentzellen keinen dunkeln Farbestoff enthalten, und außerdem noch ihre weiße Haut halb durchsichtig ist.

Wie entsteht nun dieses dioptrische Bild im Hintergrunde des Auges? — Die durchsichtigen Theile dieses Organs: die Hornhaut, die wässerige Feuchtigkeit, die Linse und der Glaskörper, sind in ihrer natürlichen Verbindung ins Gesammt als eine Linse von ungleicher Dichtigkeit zu betrachten. Wenn ein Lichtkegel von einem gerade vorliegenden Punkte auf die Hornhaut fällt, so müssen seine Strahlen im Innern des Auges auf die hier dargestellte Weise gebrochen, und in einem Punkte (r)

123.

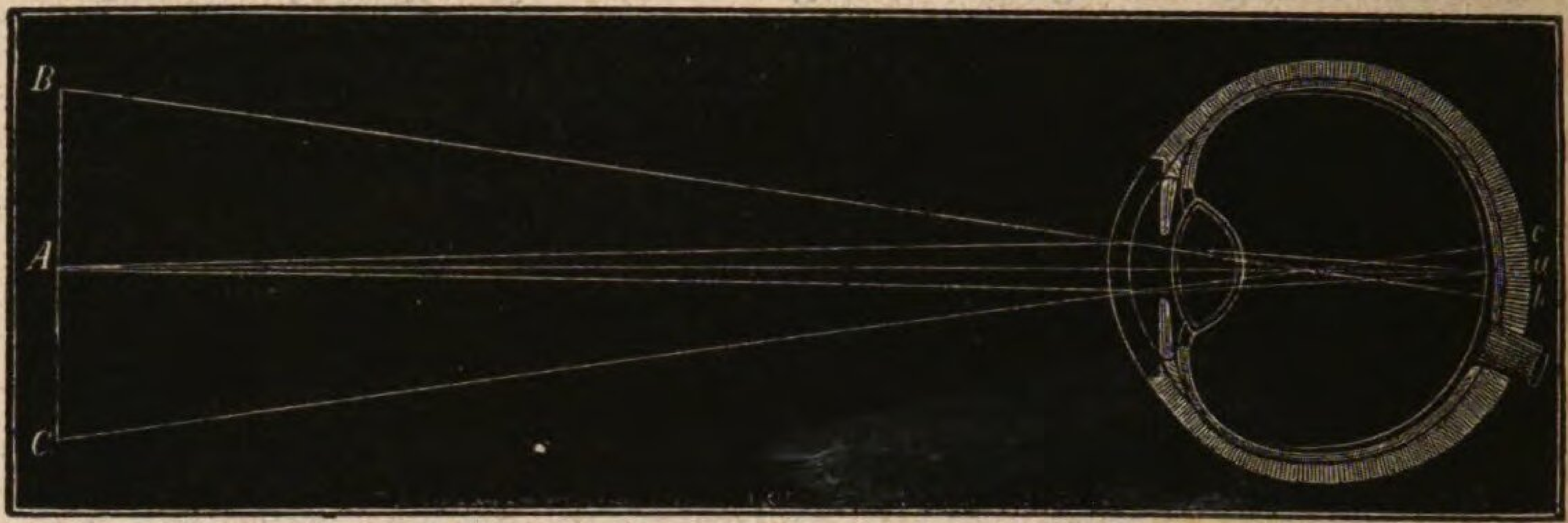


am Hintergrunde gesammelt werden. Ganz auf dieselbe Weise

Fig. 123. Bruchstück eines Lichtkegels, der von einem gerade vorliegenden, ungefähr 11 Zoll entfernten Punkte ins Auge hineinfällt. a b r: der ungebrochene Achsenstrahl desselben; c d g i r: sein oberer Grenzstrahl, beim Eintritte in die Hornhaut und in die vordere Linsenwand dem Radius jener (o d) und dieser (bei g) sich nähernd, beim Austritte aus der hinteren Linsenwand von dem Radius derselben sich abneigend (bei i). Alle drei Radien sind punktirt angegeben. e f h k r: der untere Grenzstrahl auf eben dieselbe Weise im Auge gebrochen.

werden nun aber auch die Lichtkegel von den höher oder tiefer, rechts oder links liegenden Punkten gebrochen, wodurch denn

124.



ihre Sammelpunkte hier, wie in allen andern dioptrischen Bildern (Fig. 102), umgekehrt zu den äußeren Punkten sich stellen.

Bereits in den allgemeinen Betrachtungen über das Leben wurde Ihnen das Auge beispielsweise als ein Organ genannt, worin sich derselbe Plan offenbare, den auch der Mensch in gewissen Kunstwerken durchzuführen strebt. Im Auge, wie in jedem dioptrischen Instrumente, wurde gesagt (Pag. 82), „gilt es, von jedem vorliegenden äußeren Punkte das Licht in einem entsprechenden Punkte des Hintergrundes so zu sammeln, daß daraus ein genaues Bild der vorliegenden Gegenstände entstehe, und in beiden ist dies durch Anwendung einer durchsichtigen Linse erreicht, die zunächst am Kreisrande von einem dunkeln Ringe gedeckt wird". Die durchsichtigen Theile des Auges sind nun in ihrer Gesammtheit als die dazu von der Natur construirte Linse gedeutet worden; die eigentliche Krystalllinse ist darin nur der dichtere Kern. Von dieser Ansicht ausgehend, werden

---

Fig. 124. Schematische Darstellung des verkleinerten, umgekehrten Netzhautbildes c a b eines vorliegenden Gegenstandes B A C. Für die von dem mittleren Punkte (A) ausgehenden Strahlen sind die Grenzen des vorderen und hinteren Lichtkegels angegeben; für die von den Endpunkten ausgehenden nur die Achse der Lichtkegel.

wir gleich auf die besondere Lage sowohl des „dunkeln Ringes" als auch des dioptrischen Bildes aufmerksam. Jener Ring liegt nicht, wie in den dioptrischen Instrumenten im Allgemeinen, der vorderen Wand angeklebt, sondern im Innern der Linse selbst, und zwar dicht vor ihrem Kerne wie eingeschoben; und das dioptrische Bild liegt nicht in einer gewissen Entfernung hinter der Linse, sondern an ihrer eigenen hinteren Wand. Die Lage der Regenbogenhaut war schon ihres eigenen Schutzes halben nothwendig, ist aber in der That auch zur Abwehrung der Randstrahlen die allervortheilhafteste, wie man sie denn auch in gewissen, aus zwei Hälften zusammengesetzten, künstlichen Linsen nachgeahmt hat. Die Lage des dioptrischen Bildes an der hinteren Linsenwand gehört nicht weniger nothwendig zum ganzen Plane des Auges, indem ein mit Luft gefüllter Zwischenraum vor der Netzhaut nicht gestattet werden konnte. Dieselbe Lage des Bildes entsteht an gläsernen Linsen, wenn man ihnen eine entsprechende Dicke giebt (wenigstens 3mal die Länge des Radius zur vorderen Fläche), und wird wohl nur deshalb nicht in Anwendung gebracht, weil es gewöhnlich eben darauf ankommt, ein Bild hervorzubringen, das von außen sichtbar ist.

Die bis jetzt genannten Eigenheiten der Gesammtlinse des Auges waren also der Art, daß auch noch die Kunst sie hervorzubringen vermag. Anders verhält es sich mit der F o r m d e r l i c h t b r e c h e n d e n F l ä c h e n und mit der Z u s a m m e n s e t z u n g d e r L i n s e. In Bezug darauf sind im Auge Mittel angewandt, deren Anwendung nur der Natur, nicht der Kunst, gestattet ist. Der Optiker muß sich seine Linse aus G l a s s c h l e i f e n. Durchs Schleifen vermag er dem Glase nicht jede beliebige Form zu geben, wenn ihm auch die zweckmäßigste genau bekannt wäre. Die lichtbrechenden Flächen

der geschliffenen Linsen haben durchgängig eine Kugelform, und diese ist nicht eben die zweckmäßigste. Bei der Lichtbrechung entsteht dadurch eine Unregelmäßigkeit, die man die „Kugelabweichung“ (aberration de sphéricité) benannt hat. An den lichtbrechenden Flächen des Auges sind dergleichen Mängel oder Fehler natürlich ganz und gar vermieden. Sie haben alle eine von der Kugelfläche etwas abweichende Form, deren genaue Ausmessung jedoch an den zarten Theilen noch nicht hat gelingen können. — Aus Glas, einem durch und durch gleichartigen Stoffe, muß der Optiker sich seine Linse schleifen. Diese Gleichartigkeit des lichtbrechenden Stoffes hat aber mehr als einen großen Nachtheil. Dadurch wird nicht nur das Zusammenstoßen der einzelnen Strahlen jedes Lichtkegels in einem Punkte weniger vollkommen — indem sie nämlich zwar um so stärker gebrochen werden, je weiter sie vom Achsenstrahle liegen, jedoch nicht genau in demselben Verhältniß —, es wird auch noch jeder einzelne Strahl selbst mehr oder weniger in farbige Strahlen zerlegt, wodurch der wesentliche Fehler entsteht, der den Namen „Chromatismus“ führt. An schlecht verarbeiteten Linsen ist dieser Fehler stark in die Augen fallend. Das durch sie gebildete dioptrische Bild erscheint regenbogenfarbig, was an und für sich allerdings sehr hübsch ist, die Reinheit des Bildes aber wesentlich stört. Um den Fehler zu heben, um die dioptrischen Instrumente „achromatisch“ zu machen, ersannen die Physiker erst, sie aus mehren Linsen mit dazwischenliegendem Wasser zu bilden, später mit weit günstigerem Resultate die Linsen aus zwei Theilen zusammenzusetzen, deren jeder aus verschiedenartigem Glase geschliffen ist, namentlich Kronglas und Flintglas. — Doch wie unvollkommen ist nicht immer noch all dergleichen menschliches Streben, um das Ideal aller optischen Instrumente zu erreichen! Nicht aus zwei —

aus vielen verschiedenen, das Licht verschieden brechenden Stoffen ist die Gesammtlinse des Auges zusammengesetzt; denn das Licht hat nicht nur von der Hornhaut ab erst durch die wässerige Feuchtigkeit, dann durch die Linse und darauf durch den Glaskörper, sondern auch noch in der Linse selbst, dem Kerne der Gesammtlinse, allmählig durch eine Reihe von Schichten durchaus ungleicher Dichtigkeit zu treten.

Durch die eben genannten Mittel ist es also der Natur gelungen, den allgemeingeltenden dioptrischen Gesetzen gemäß, ein überaus deutliches Bild im Hintergrunde des Auges hervorzubringen. Durch die Abwechselung der verschiedenen lichtbrechenden Stoffe ist auch eine auffallende Verstärkung der Lichtbrechung bewirkt; denn in gläsernen Linsen muß, zur Hervorbringung des Bildes an der hinteren Wand, der Durchschnitt wenigstens dreimal größer als der Radius zur vorderen Fläche sein, und doch ist der Durchschnitt des Auges nur ungefähr 2½mal größer als der Radius zur Hornhaut.

Eine Aufgabe scheint noch im Auge gelöst zu sein, ohne daß man anzugeben vermag, wie es geschehen. Jede Linse wirkt — theils durch den Stoff, woraus sie gebaut, und theils durch ihre Form — mit einer bestimmten Stärke auf das durchtretende Licht ein. Diese ihr einmal gegebene lichtbrechende Kraft bringt die Strahlen eines durchtretenden Lichtkegels um so viel früher in ihrem ferneren Verlaufe zusammen, je weniger gespreizt sie an die Linse anlangen, also je weiter entfernt ihr heller Ausgangspunkt liegt. Das Sonnenlicht langt mit parallelen Strahlen an, sein Sammelpunkt wird der „Brennpunkt", dessen Abstand die „Brennweite" der Linse genannt; alles übrige Licht wird, je näher der Ausgangspunkt, um so weiter zurück seinen Sammelpunkt finden.

Diese allgemeine Regel der Dioptrik muß nun auch für die Gesammtlinse des Auges gelten. Vermag das Auge die

Lichtstrahlen eines z. B. 11 Zoll entfernten Punktes an der vorderen Netzhautfläche in einem Punkte zu sammeln,

125.



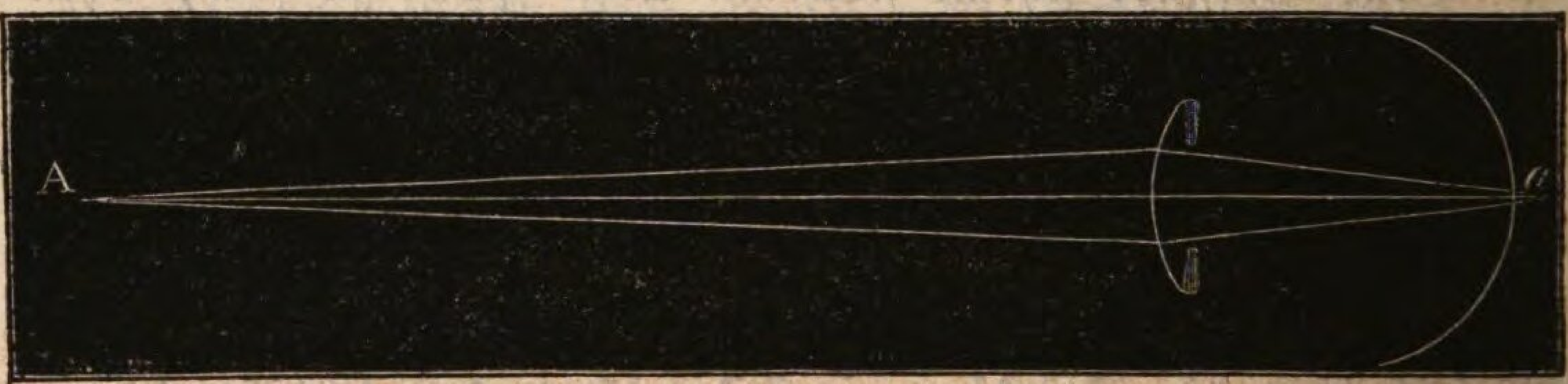
so wird es die Strahlen des Sonnenlichtes etwa ½ Linie vor,

126.



die von einem 2½ Zoll entfernten Punkte ausgehenden Strahlen etwa 1 Linie hinter derselben zusammenbringen —

127.



wenn wir nicht vielleicht die Augenlinse oder die Netzhaut nach vorn und nach hinten zu schieben, oder die Wölbung der Hornhaut bald stärker, bald schwächer zu machen vermögen.

Fig 125. Bruchstück eines von einem 11 Zoll entfernten Punkte ausgehenden Lichtkegels. Aa: der Achsenstrahl, Bb und Cc zwei Randstrahlen desselben. bac: die vordere Fläche der Hornhaut. Dahinter ist die Regenbogenhaut, und im Hintergrunde die vordere Netzhautfläche angedeutet.

Fig. 126. Bruchstück eines auf die Hornhaut stoßenden Lichtkegels mit parallelen Strahlen. a: sein Sammelpunkt, ½‴ vor der vorderen Netzhautfläche.

Fig. 127. Ein Lichtkegel, der von einem 2½″ entfernten Punkte A ins Auge tritt. a: sein Sammelpunkt, 1‴ hinter der vorderen Netzhautfläche.

Daß nun irgend eins von diesen Mitteln im Auge angewandt worden, hat es bis jetzt nicht gelingen wollen nachzuweisen. Daß aber wirklich dem Auge ein „Accommodations-Vermögen" verliehen worden, d. h. eine Fähigkeit, von ferneren Gegenständen eben so wohl als von näheren ein vollkommen deutliches, dioptrisches Bild an der vorderen Netzhautfläche hervorzubringen, scheint deshalb angenommen werden zu müssen, weil ein gesundes Auge die äußeren Gegenstände in sehr verschiedener Entfernung ganz deutlich zu sehen vermag.

Das Accomodationsvermögen des Auges, das nun einmal allgemein angenommen wird, hat jedenfalls seine sehr bestimmten Grenzen. Wenn ein Gegenstand nicht wenigstens 6—7 Zoll entfernt ist, vermag ein gesundes Auge ihn nie ganz deutlich zu sehen, weil seine lichtbrechende Kraft dann nicht hinreicht, die von ihm ausgehenden Lichtkegel an der Netzhaut in Punkte zu sammeln. Mit dem Alter nimmt gewöhnlich die lichtbrechende Kraft des Auges kenntlich ab. Man wird „fernsichtig", und um nähere Gegenstände deutlich zu sehen, namentlich um zu lesen, muß man eine künstliche Linse zu Hülfe nehmen, wodurch denn die von einem näheren Punkte (A)

128.

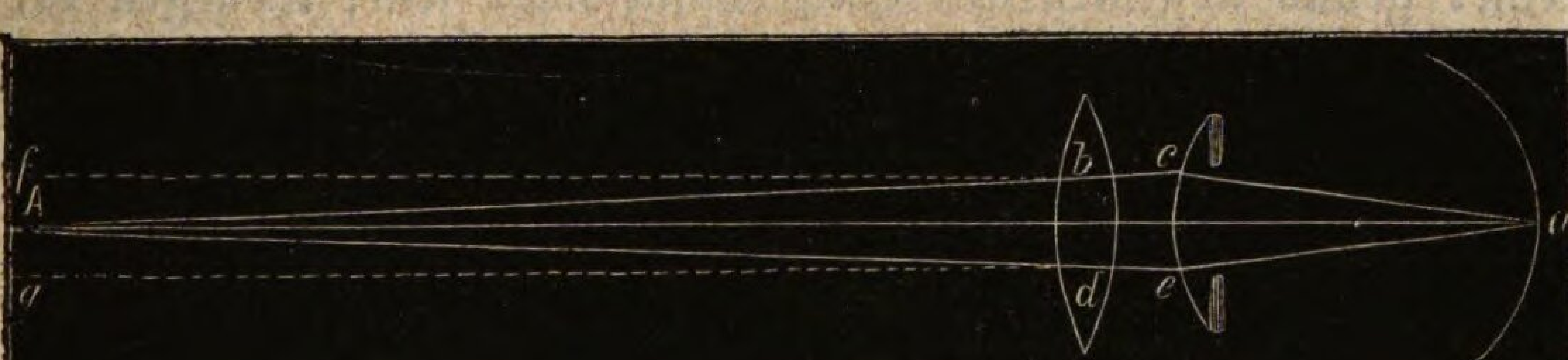
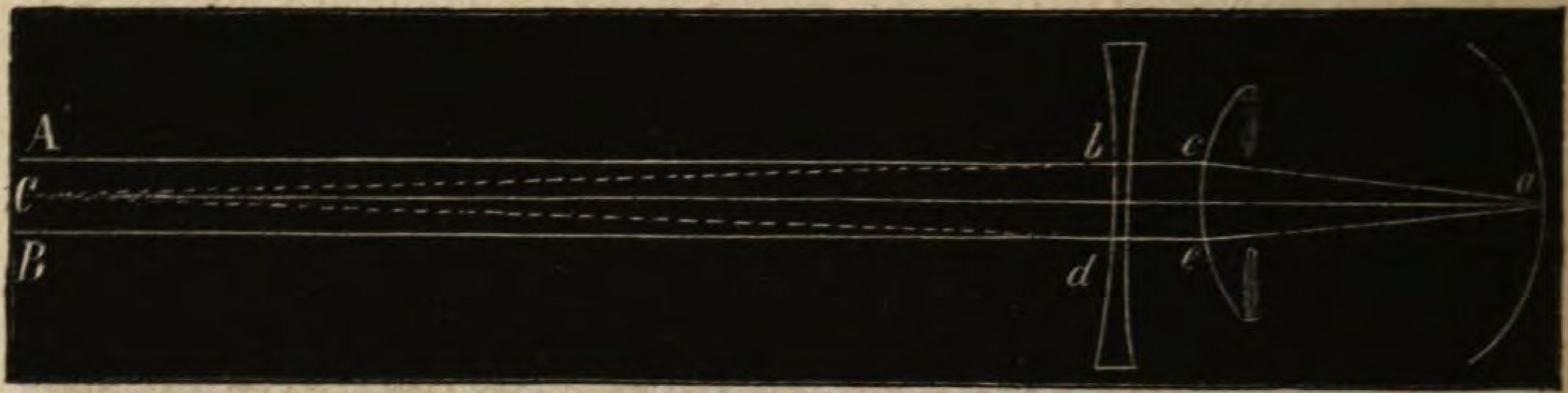


Fig. 128. Wirkung des convexen Brillenglases auf die Strahlen eines von einem naheliegenden Punkte ausgehenden Lichtkegels. A: der nur etwa 2½'' entfernte helle Punkt; b d: eine biconvexe Linse; A b, A d: zwei Randstrahlen des Lichtkegels; b c, d e: dieselben, aus der Linse als parallele Strahlen (f b c, g d e) tretend; a: ihr Sammelpunkt an der Netzhaut.

ausgehenden Strahlen von ihrer gespreizten Lage (A b—A d) in eine einander parallele gebracht werden (b c—d e), welche eben der lichtbrechenden Kraft des Auges angemessen ist. — Bei Individuen, die sich anhaltend mit Betrachtung naheliegender Gegenstände, namentlich mit Lesen beschäftigt haben, nimmt die lichtbrechende Kraft zu. Sie werden „kurzsichtig" und müssen, um entferntere Gegenstände deutlich zu sehen, sich hohlgeschliffener Linsen bedienen, wodurch die weniger ge-

129.



spreizten, oder gar parallelen Strahlen (A b und B d) so stark gespreizt werden (b c—d e), als ob sie von naheliegenden Punkten (C) ausgegangen wären.

Der Kurzsichtige hat am wenigsten Gelegenheit, sich von dem Accomodationsvermögen seiner Augen zu überzeugen. Um einen Gegenstand vollkommen deutlich zu sehen, müssen seine Augen demselben nicht nur sehr nahe, sondern auch noch in einer genau abgemessenen Entfernung nahe sein; wogegen der Fernsichtige nicht nur die etwa 16 Zoll entfernten, sondern auch noch die allerentferntesten Gegenstände recht deutlich zu sehen vermag. Der Grund dazu ist leicht zu finden. In einer kürzeren Entfernung nimmt die Spreizung der Licht-

---

Fig. 129. Wirkung des concaven Brillenglases auf die Strahlen eines von einem weit entfernt liegenden Punkte ausgehenden Lichtkegels. A b, B d: zwei parallele Lichtstrahlen; b c, d e: dieselben Strahlen aus der Linse (b d) so stark aus einander gespreizt tretend, als ob sie von dem nur 2½ Zoll entferntliegenden Punkte C hervorgegangen wären; a: ihr Sammelpunkt an der Netzhaut.

strahlen bei jeder kleinen Veränderung sehr kenntlich zu oder ab; in einer längeren hingegen so außerordentlich wenig, daß bereits von einem 16 Zoll entfernten Punkte die aufs Auge fallenden Strahlen fast parallel zu sein scheinen.

Man sieht übrigens leicht ein, daß die ganze Annahme des Accomodationsvermögens auf die Ansicht sich gründet, das dioptrische Augenbild stehe in der Regel an der vorderen Netzhautfläche. Es wird dieses Augenbild, von dessen Existenz Sie sich ja am Kaninchenauge unmittelbar überzeugt haben, auch noch ganz gewöhnlich „das Bild an der Netzhaut" oder das „Netzhautbild" genannt. Diesen Namen habe ich bis jetzt vermieden, weil — ich gar nicht dafür einstehen kann, daß es sich wirklich immer daran befinde. Im lebenden Auge, und auch noch im Auge kurz nach dem Tode, ist die Netzhaut fast eben so durchsichtig als der Glaskörper. An jenem Kaninchenauge fanden wir, daß auch noch die Gefäßhaut und die weiße Haut das Licht durchtreten ließen. Warum denn jenes dioptrische Bild eben an der vorderen Fläche dieser durchsichtigen Netzhaut gestanden habe, ist gar nicht einzusehen. Es muß sich offenbar dort befunden haben, wo eben die Lichtkegel der abgebildeten Gegenstände ihre Sammelpunkte hatten. Lagen diese von den 11 Zoll entfernten Gegenständen gerade an der vorderen Netzhautfläche, so werden sie von den näherliegenden zweifelsohne weiter nach hinten, von den entfernteren weiter nach vorn gelegen haben; denn in jenem todten Auge konnte ja von einem Accomodationsvermögen gar nicht die Rede sein.

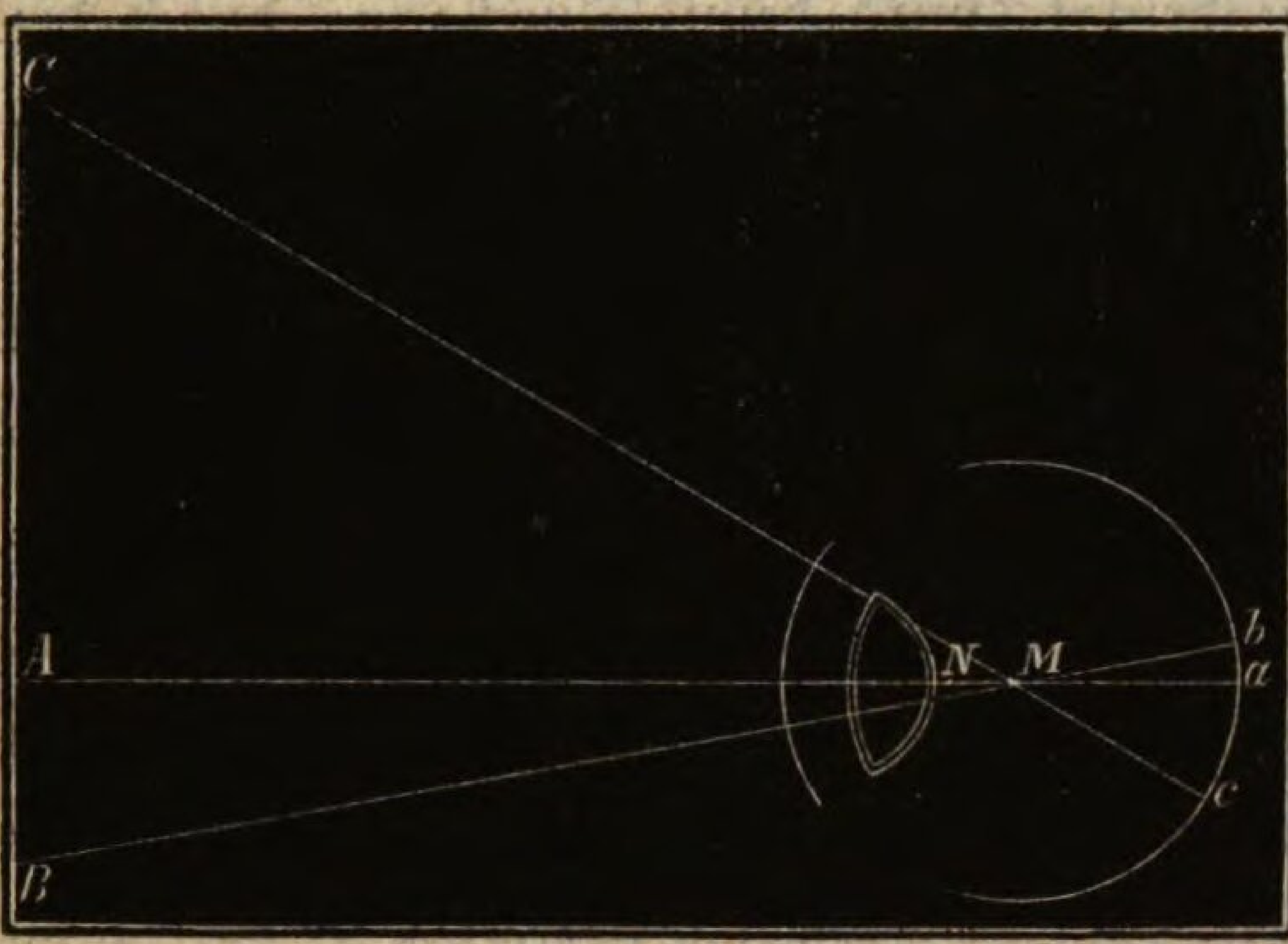
Allein, wenn sich im lebenden Auge das dioptrische Augenbild nicht an der Netzhaut befände, wie sollte es denn an unser Bewußtsein gelangen? — Die Beantwortung dieser Frage wollen wir auf die nächste Reihe von diesen Untersuchungen über das Auge verschieben.

h. Auffassung der Lichtempfindung.

Daß wir uns des dioptrischen Bildes im Innern unseres Auges bewußt werden, und daß darin eben das Sehen bestehe, darf nur als ein ganz uneigentlicher Ausdruck betrachtet werden. Nicht das Bild selbst gelangt an unser Bewußtsein, sondern nur die Einwirkung auf die Netzhaut von ebendemselben Lichte, wodurch auch das Bild entsteht. In dem Falle, daß das Bild gerade an der Nervenschicht der Netzhaut entsteht, stimmt allerdings die Lichteinwirkung, deren wir uns bewußt werden, mit dem dioptrischen Bilde vollkommen überein, und dieser Fall ist fürs deutliche Sehen der allergünstigste. In jedem anderen Falle aber, wenn das Licht entweder weiter nach hinten, oder weiter nach vorn sich zu einem Bilde sammelt, gewahren wir nicht dieses Bild, sondern nur die Einwirkung, die eben dasselbe Licht kurz vorher oder gleich darauf auf die Netzhaut ausübt, und wir sehen mehr oder weniger undeutlich.

Wir gewahren aber beim Sehen überhaupt Nichts im Auge selbst, vielmehr nur etwas vor uns Liegendes. Wodurch dieses geschieht, wissen wir nicht; nur das Gesetz kennen wir, wonach es geschieht, und es lautet folgendermaßen: Wie jede Grundröhre eines Gefühlsnerven einen bestimmten Bezirk der äußeren Oberfläche darstellt, so stellt jede Grundröhre des Sehnerven allerdings einen bestimmten Bezirk der Netzhaut, dieser Bezirk selbst aber wiederum einen bestimmten Abschnitt des äußeren Raumes dar, und zwar denjenigen, der in senkrechter Linie von ihm aus bis ins Unendliche des Raumes reicht. Wie wir ferner durchaus unwillkürlich und nothwendig jede Einwirkung auf einen Gefühlsnerven auf den ihm angewiesenen Bezirk an der Oberfläche beziehen — so beziehen wir, und zwar nicht weniger unwillkürlich, vielmehr aus angeborener Nothwendigkeit, jede

130.



Einwirkung auf einen Punkt der Netzhaut (a, b, c) auf Etwas hin, das in der Richtung dieser ihm angewiesenen senkrechten Linie liegt, und diese Linie wird eben deshalb seine „Richtungslinie" genannt. — Die Netzhaut hat aber die Form einer hohlen Halbkugel. Als eine senkrechte Linie geht folglich jede Richtungslinie durch den Mittelpunkt (M) dieser Netzhautkugel.

Wie die Sinnesfläche des Auges, so muß nun auch der Gesichtskreis als eine große hohle Halbkugelfläche gedacht werden, der mit der vorderen Hornhautfläche einen und denselben Mittelpunkt (N)

131.

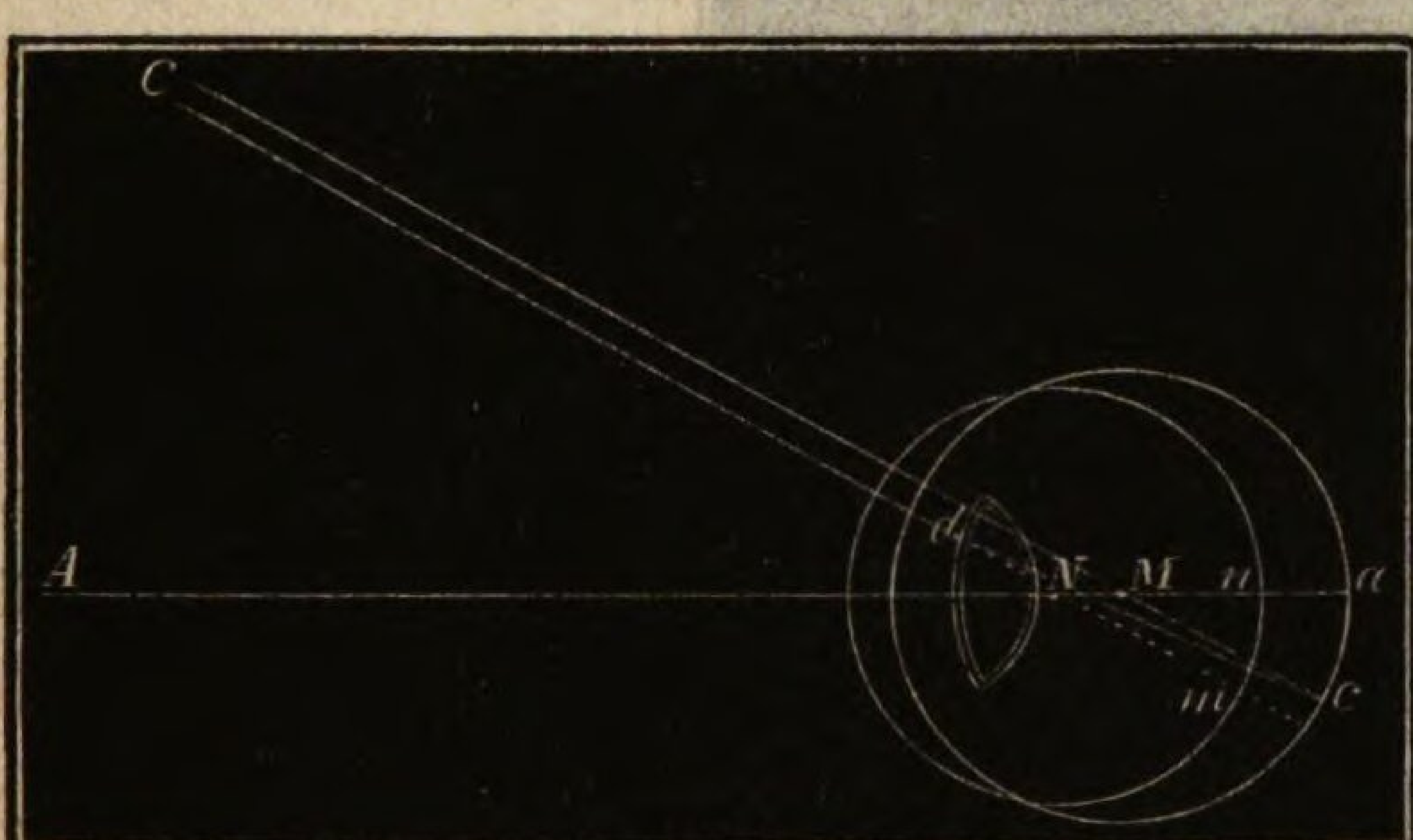


Fig. 130. Richtungslinien dreier Punkte der Netzhaut. a A: des Punktes a, b B: des Punktes b, c C: des Punktes c. M: Mittelpunkt der Netzhaut-Hohlfläche, N: Mittelpunkt der Hornhautflächen.

Fig. 131. Die kugelige Fläche der Netzhaut und die der Hornhaut ideel vervollständigt. M und N: die Mittelpunkte dieser beiden Kugeln. A N M n a: die Sehachse; c C: die Richtungslinie des Punktes c; C d: der von demselben Punkte C senkrecht durch die Hornhaut bis an die Linse reichende Strahl, der hier so gebrochen wird, daß er, anstatt den geraden Weg durch N nach m zu gehen, in der Richtung d c gebrochen wird.

hat. Ein Lichtstrahl (C d), der gerade auf diesen gemeinsamen Mittelpunkt eindringt, wird beim Durchgang durch die Linse so gebrochen, daß er etwas weiter rückwärts die Netzhaut trifft. Allein eben dadurch trifft er sie in der Gradabtheilung eben so weit von der Sehachse entfernt, als sein Ausgangspunkt (C) von der Sehachse (A a) liegt (a M c = C M A = C N A). Ein wirkliches Netzhautbild entspricht demnach aufs Vollkommenste dem Gesichtskreise, d. h., wie viel kleiner es immer sein mag, seine sämmtlichen Punkte haben dennoch ganz dieselbe gegenseitige Stellung zu einander, wie die entsprechenden äußeren Punkte des Gesichtskreises.

Der Gesichtskreis, den jedes Auge des Menschen auffaßt, beträgt ungefähr 138°; der ihm entsprechende Theil der Netzhaut faßt folglich ebenfalls 138° in sich ein. Wenn wir von den äußersten Grenzen dieser Strecke der Netzhaut zwei Richtungslinien ziehen (c C und b B), so zeigt es sich, daß sie nicht durch die Pupille, auch nicht einmal durch die Hornhaut, sondern durch die weiße Haut gehen. In dieser Rich-

132.

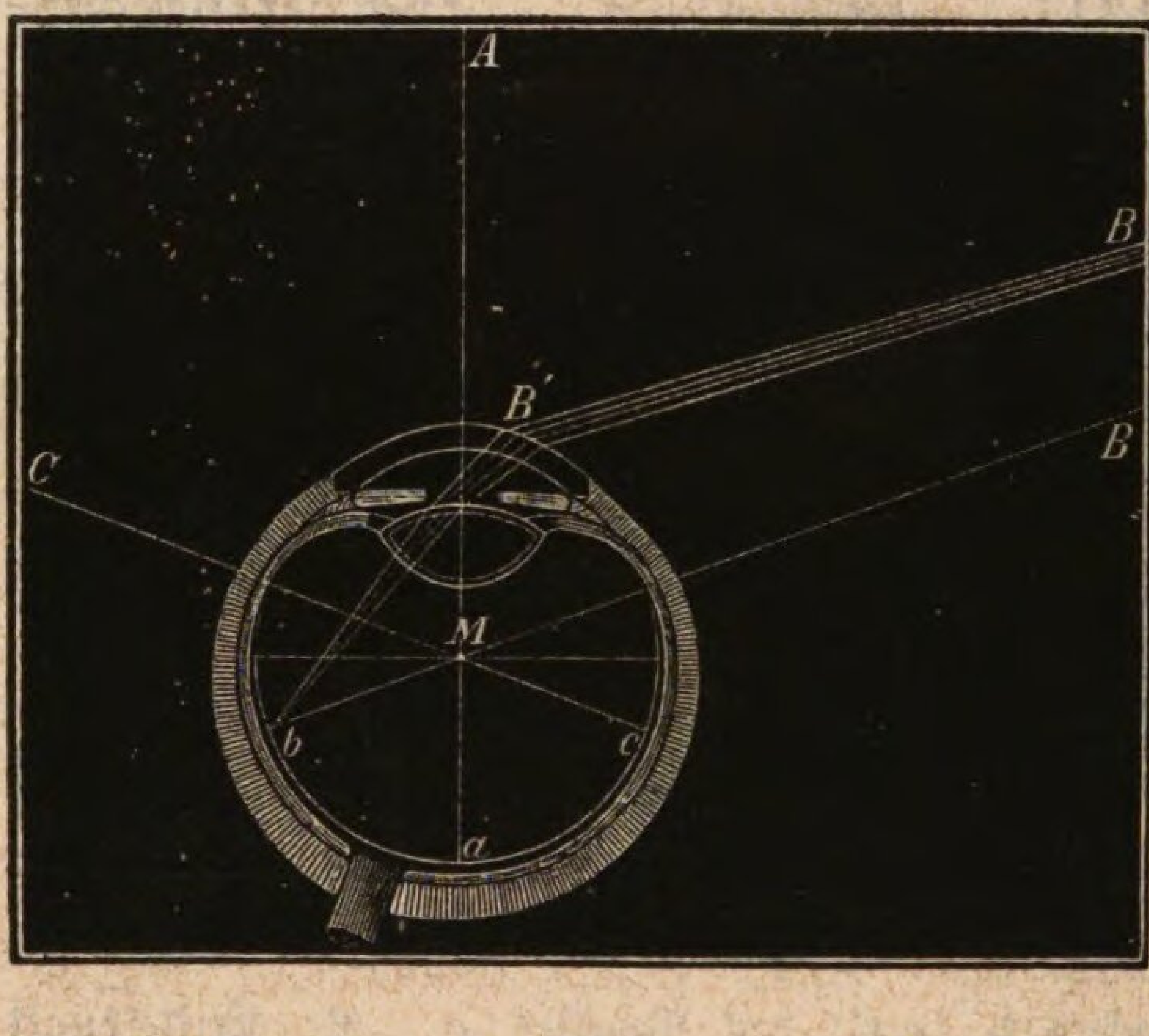


Fig. 132. Strahlenbrechung eines von einem Grenzpunkte des Gesichtskreises eintretenden Lichtkegels. A a: die Sehachse; B B: ein ungefähr 6 Zoll entfernter Punkt; B B′—B M: Bruchstück des von ihm aufs Auge fallenden Lichtkegels; B′ b: seine äußersten durch die Pupille an die Netzhaut gelangenden Strahlen; b M B: die Richtungslinie des Punktes b; c M C: dieselbe des Punktes c.

tung also fassen wir den äußeren Punkt, von dem das Licht jenen Grenzpunkt der Netzhaut getroffen, in unser Bewußtsein auf. Liegt er denn wirklich in dieser Richtung? Daß er es thut, davon können Sie sich leicht überzeugen. Halten Sie nur gefälligst, während Sie gerade vor sich hinblicken, z. B. den rechten Zeigefinger ungefähr in dieser Richtung in die Höhe. Obgleich so gestellt, daß man nicht leicht einsieht, wie von ihm das Licht durch die Pupille gerathen kann, erkennen Sie ihn dennoch recht gut, wenn auch etwas undeutlich; und zwar erkennen Sie ihn gerade in der Richtung, in der er eben gehalten wird. Das Licht kommt also allerdings von ihm durch die Pupille hinein, und wie dies geschieht, ist in der obigen Figur (132) angezeigt worden.

Durch die Einwirkung auf die Netzhaut erfahren wir also aufs Genaueste die Richtung, in der die entsprechenden äußeren Punkte liegen; — wie weit entfernt aber diese liegen, erfahren wir nicht; und somit erfahren wir denn auch nicht, wie groß die an der Netzhaut ab=

133.

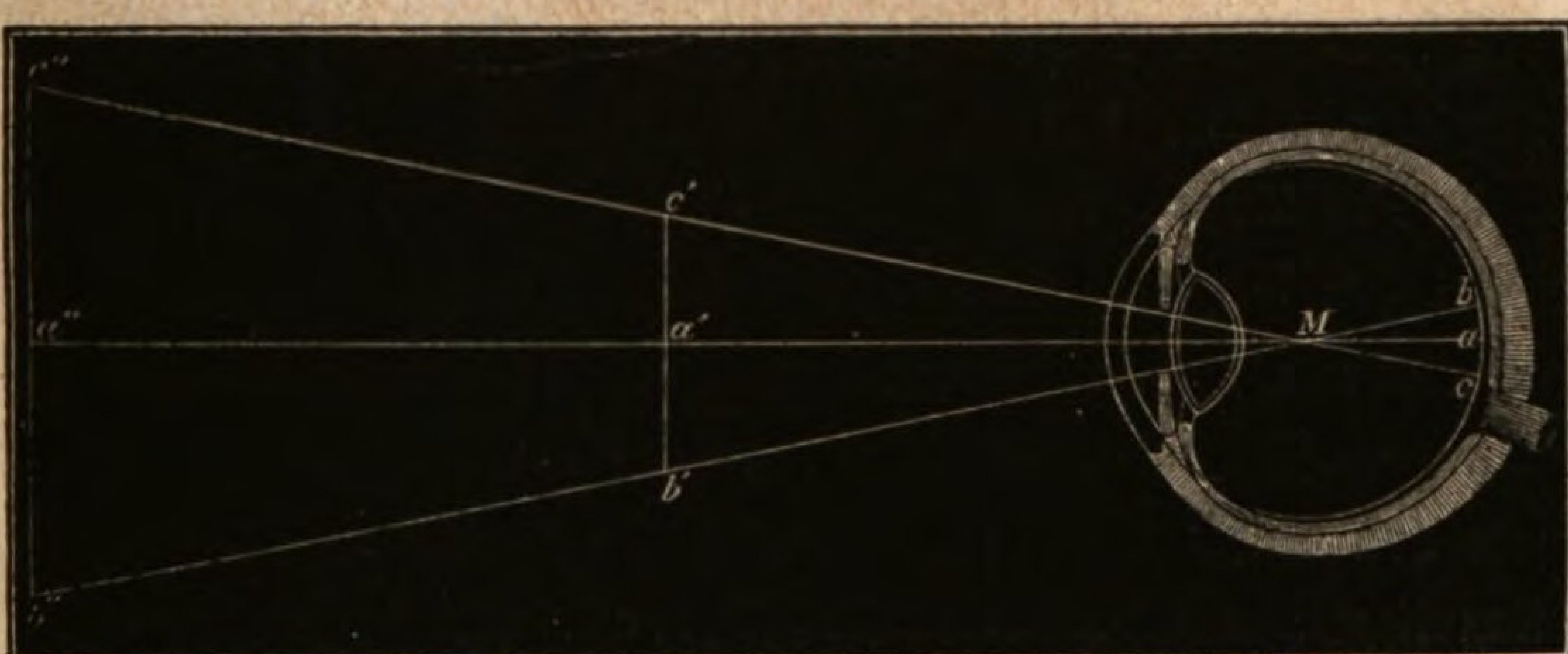


Fig. 133. Größenverhältnisse der gesehenen Gegenstände. b a c: ein Abschnitt der Netzhaut; a a' a'', b b' b'', c c' c'': die Richtungslinien seines mittleren und seiner beiden Endpunkte; c' a' b' und c'' a'' b'': zwei äußere Gegenstände, deren einer zweimal größer, aber auch zweimal weiter entfernt als der andere ist. Beide werden auf der Netzhaut gleich groß dargestellt.

gebildeten Gegenstände in der Wirklichkeit sind. Wenn wir uns von zwei Punkten der Netzhaut die Richtungslinien in eine weite Ferne hinaus verlängert denken, so muß jeder Gegenstand, der von diesen begrenzt wird, an der Netzhaut gleich groß wiedergegeben werden (Fig. 133), obgleich er, wenn zwei, drei oder hundert mal weiter entfernt, auch immer eben so viel mal größer ist. Nur wenn uns die Entfernung der Gegenstände bekannt ist, können wir daraus ihre Größe, und umgekehrt, wenn wir ihre wirkliche Größe kennen, daraus ihre Entfernung berechnen, oder durch Erfahrung und Uebung ungefähr schätzen. Ist uns das Eine sowohl als das Andere gänzlich unbekannt, so können wir auch wohl z. B. ein unweit brennendes Licht mit einem Himmelkörper, oder eine weitentfernte Thurmspitze mit einer nahestehenden Stange verwechseln. So greift denn auch der Säugling, wie er eben die Bewegungen seines Händchens einigermaßen zu lenken gelernt, mit derselben Zuversicht nach dem Monde, wie nach irgend einem andern hellen Gegenstand — immer jedoch in der Richtung, in der der Gegenstand selbst sich befindet. Nie wird er, um das Gesehene zu ergreifen, das nach oben Liegende unten, das rechts Liegende links suchen, oder gar nach dem Auge, worin das Netzhautbildchen steht, mit seinem Händchen langen. Auch dem Blindgeborenen, der durch eine glückliche Operation erst in späteren Jahren den Gebrauch seines Gesichtssinnes erhalten, erscheint das ganze Gesichtsfeld von Anfang an als ein aufrechtstehendes, großes, vor ihm liegendes Gemälde. Er sieht alle einzelne Gegenstände desselben und jeden Punkt der Gegenstände in der gehörigen Richtung; von ihrer Entfernung aber und von ihrer wirklichen Größe hat er durchaus noch keine Vorstellung. Das Grundgesetz der Perspective: daß die Größe im geraden Verhältnisse zur Entfernung ab- und zunimmt, muß er erst später

in Anwendung bringen lernen, so wie wir es auch haben lernen müssen! bevor es erlernt, ist es eben so unmöglich, das Gesehene zu verstehen, als irgend ein Gemälde.

Wenn erst jenes Gesetz der Perspective durch die Erfahrung erlernt ist, und dessen Anwendung uns durch Uebung und Gewohnheit in den meisten Fällen ganz leicht fällt, so nennen wir einen Gegenstand auch nur dann „vergrößert“ oder „verkleinert“, wenn er größer oder kleiner uns erscheint, als er in Rücksicht sowohl auf seine wirkliche Größe als auch auf seine Entfernung zu sein pflegt. Wenn ein 16 Zoll entfernter Gegenstand uns allmählig um 8 Zoll näher rückt, so wird er dadurch auf einer doppelt so großen Strecke an der Netzhaut dargestellt; wir sehen ihn alsdann folglich doppelt so groß, werden aber deshalb kaum sagen, daß er ums Doppelte vergrößert worden. Eine eigentliche Vergrößerung tritt hingegen ein, wenn wir zwischen unser Auge und einen sehr naheliegenden Gegenstand eine biconvexe Linse einschieben; denn dadurch werden die Lichtkegel auf eine solche Weise gebrochen, als

134.

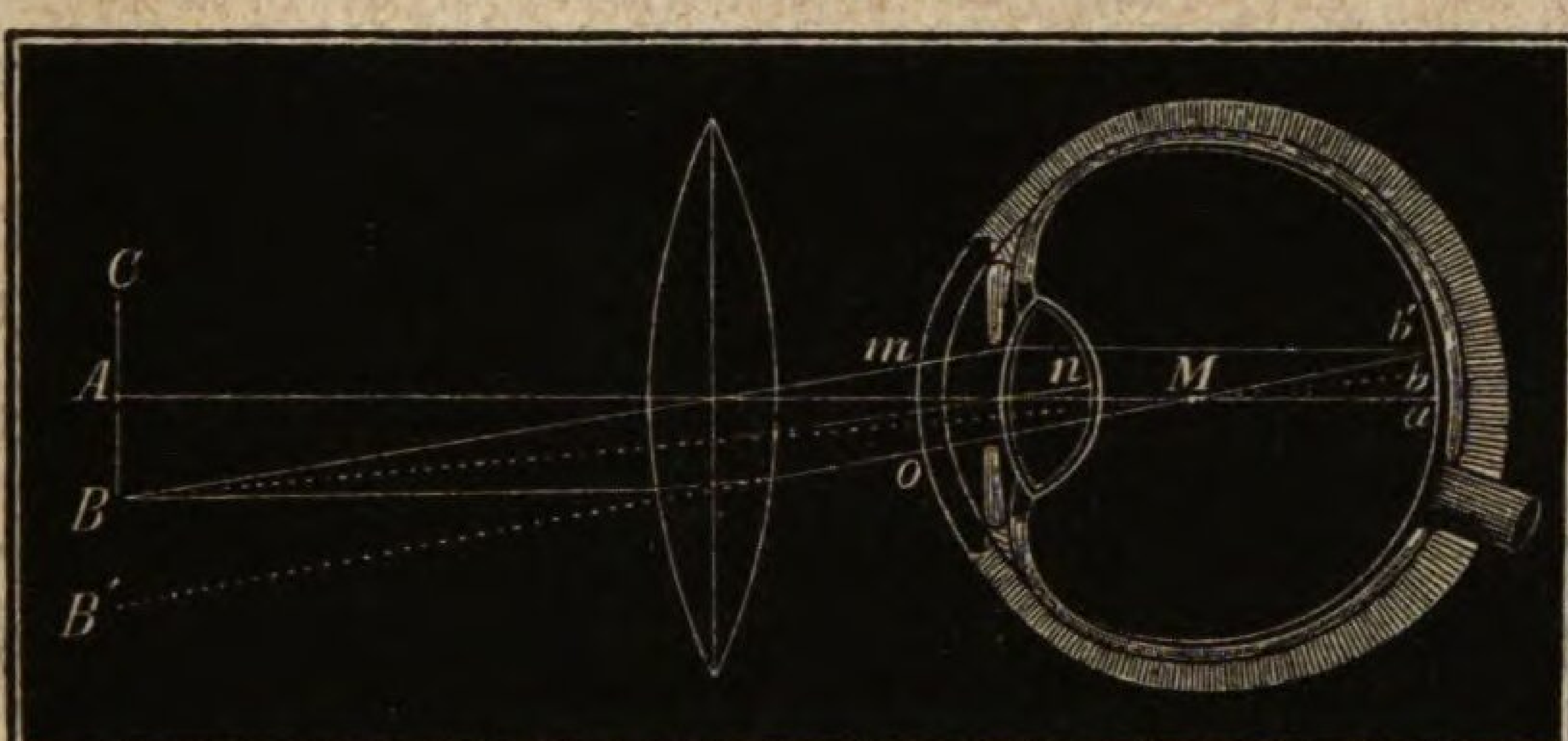
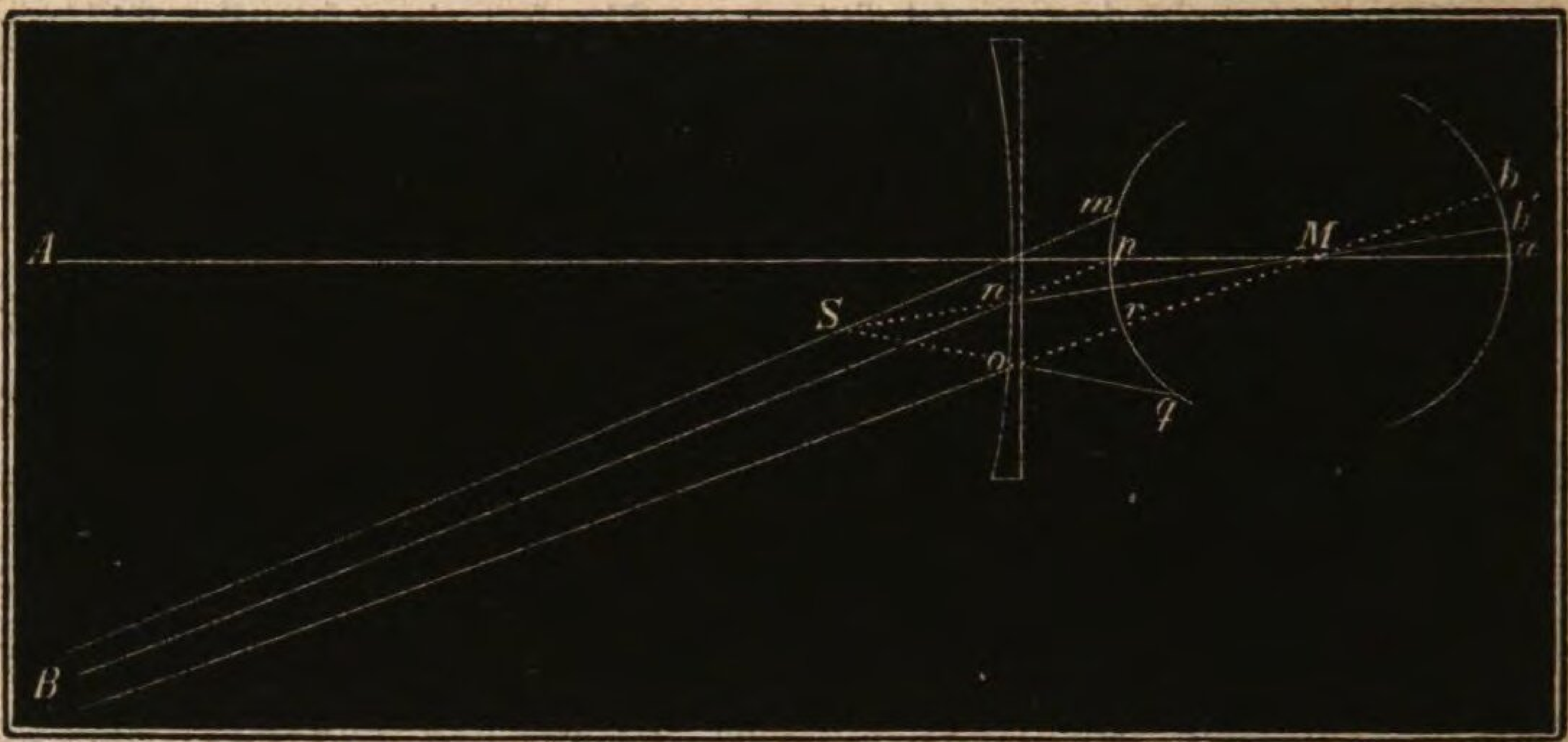


Fig. 134. Erklärung der wirklichen Vergrößerung, durch eine biconvexe Linse hervorgebracht. A B: die untere Hälfte eines 16‴ vor dem Auge liegenden Gegenstandes; b a: die Strecke von der Netzhaut, an der sie ohne Dazwischenschiebung der Linse (wenngleich undeutlich) dargestellt sein würde. b a: die Strecke, an der sie durch diese Dazwischenkunft dargestellt wird. Die starkgespreizten Strahlen des vom Punkte B ausgehenden Lichtkegels werden durch Einwirkung der Linse parallel: B m, B n und B′ o; und ihr Sammelpunkt (in einem kurzsichtigen Auge der Mittelpunkt ihrer Sammelfläche) wird, anstatt in b, in b′ sein, folglich als ob der Lichtkegel, anstatt von B, von B′ ausgegangen wäre.

ob sie von einem im Grademaße größeren Gegenstand herkämen. Gerade das Umgekehrte ist durch die Anwendung

135.



hohlgeschliffener Linsen der Fall, und der Kurzsichtige, der sich derer bedient, um die einzelnen Strahlen jedes Lichtkegels in eine seinem Auge angemessene stärkere Spreizung zu versetzen, erhält dadurch zugleich immer die Gegenstände verkleinert.

Bei einer Entfernung der äußeren Gegenstände, die der lichtbrechenden Stärke des Auges vollständig angemessen ist, darf es angenommen werden, daß ihr dioptrisches Bild an der Sinnesfläche des Auges so vollendet ausgeführt ist, daß jedem ihrer mathematischen Punkte ein ähnlicher des Bildes entspricht. Eine solche mathematische Schärfe des Bildes ist jedoch fürs

---

Fig. 135. Erklärung der Verkleinerung durch ein concaves Brillenglas. A B: ein fernliegender Gegenstand. A a: die unveränderte Richtung des vom Punkte A ausgehenden Lichtkegels; B S m, B n p und B o r: die schwach gespreizten Strahlen des vom Punkte B ausgehenden Lichtkegels. Der Strahl B S m geht ungebrochen durch die Linse; B n tritt, anstatt in der Richtung n p, als n M b' zur Netzhaut; B o wird anstatt als o r M b an die Netzhaut zu gelangen, nach q hingeworfen. — (Fig. 134 und 135 wie auch die meisten der vorhergehenden optischen Darstellungen, sind aus einer noch nicht gedruckten Abhandlung von mir über die Optik des menschlichen Auges entlehnt.)

deutliche Sehen kaum jemals nothwendig. Um vom Bewußtsein aufgefaßt zu werden, müßte auch die Sinnesthätigkeit eine entsprechende Schärfe haben; und an der Netzhaut, wie an den Sinnesflächen des Gefühls, ist die Schärfe der Sinnesthätigkeit von der Anzahl der Nervengrundröhren bedingt. Machen wir einmal einen Versuch, die Schärfe des Gesichtssinnes im günstigsten Falle zu bestimmen!

In einem Abstande von $9\frac{1}{2}''$ unterscheidet ein gesundes Auge ganz gemächlich die beiden Endpunkte eines $\frac{1}{10}'''$ großen Gegenstandes. In dieser Entfernung steht der Gegenstand 20mal verkleinert an der Netzhaut, und ihre Sinnesschärfe zeigt sich dadurch bereits 200 mal stärker als die der Fingerspitzen. Die Sinnesschärfe des Auges mag übrigens noch weit größer sein. Es wird angegeben, daß man (im Gradmaße) 10 bis 100 mal kleinere Körper zu unterscheiden vermocht habe, was denn eine ganz ungekannte Feinheit der äußersten Nervengrundröhren vorauszusetzen scheint.

Indessen gilt die, selbst der ersten Angabe nach, immer noch erstaunende Schärfe des Gesichtssinnes durchaus nicht für die Netzhaut im Allgemeinen. Sie ist vielmehr auf eine ganz unbedeutende Strecke derselben beschränkt, namentlich auf diejenige, die von der Sehachse getroffen wird, und von der es Ihnen bereits angegeben worden, daß sie sich durch eine Vertiefung, wie auch durch eine stark citrongelbe Farbe in ihrem Umkreise auszeichnet.

Das Sehfeld ist Ihnen allerdings auf 138° geschätzt worden. Sie haben sich auch überzeugt, daß wir z. B. einen Finger an der Grenze dieses Sehfeldes noch recht gut bemerken. Das heißt, wir bemerken recht gut, daß er da sei, und zwar gerade an der Stelle, wo er wirklich ist; doch gewahren wir ihn nur sehr undeutlich, fast nur wie ein Schattenbild. Um uns vollends von der Beschränktheit des deutlichen Seh-

feldes zu überzeugen, brauchen wir nur ein aufgeschlagenes Buch vor uns hinzuhalten, und den Blick an einen einzelnen Buchstaben zu fesseln. Wir werden dann allerdings auch noch den ganzen Umfang des Buches gewahr, jedoch sehr undeutlich. Nur etwa im Umkreise von 1'' sind noch die anderen einzelnen Buchstaben zu erkennen, und einem solchen Umkreise entspricht in dieser Entfernung eine Kreisfläche der Netzhaut von etwa $\frac{3}{5}'''$ im Durchschnitt.

Die kleine Strecke der Netzhaut, an welcher der Gesichtssinn so ganz besonders entwickelt ist, liegt also gerade in der Sehachse des Auges. Verwechseln Sie diese kleine Strecke ja nicht mit der Eintrittsstelle des Sehnerven, die etwa $1\frac{1}{2}'''$ weiter nach innen (nach der Nase hin) liegt. An dieser Stelle fehlt nämlich im Gegentheil der Gesichtssinn auffallenderweise ganz und gar. Dies ergiebt sich aus einem Versuche, den man einem älteren Naturforscher, Mariotte, zu verdanken hat. Halten Sie gefälligst das linke Auge verschlossen, und richten Sie das rechte anhaltend auf den Fleck a. Sie werden

136.



in der gewöhnlichen Entfernung beim Lesen, 8—12 Zoll, auch noch den Fleck b wahrnehmen (ohne auf ihn hinzublicken!). Nähern Sie jetzt das Buch allmählig dem rechten Auge. So wie es ihm etwa 6 Zoll nahe kommt, verschwindet der Fleck b; in der Nähe von etwa 5 Zoll kommt er wieder zum Vorschein. In der erwähnten Entfernung zwischen 6 und 5'' ist nun das Netzhautbildchen ungefähr 12mal verkleinert; der gegenseitige Abstand der beiden Flecke ist $1\frac{1}{2}''$, an der Netzhaut folglich $1\frac{1}{2}'''$, in dieser Entfernung von der Sehachse muß also nach der Nase hin eine Strecke an der Netzhaut sein, die des Gesichtssinnes ermangelt, und hier ist gerade die Eintrittsstelle des Sehnerven. Wahrscheinlich beruht die sonderbare Erscheinung auf den hierliegenden Blutgefäßstämmchen.

Wenn vom ganzen Sehfelde eben nur der mittelste Theil vollkommen deutlich ist, so scheint dies für das dioptrische Augenbild selbst gelten zu müssen; und wenn man dabei bedenkt, daß auch in den durch künstliche Linsen hervorgebrachten Bildern die etwaigen Mängel immer stärker nach dem Umkreise hin hervortreten, so muß die Vermuthung entstehen, daß am Ende doch vielleicht die Aufgabe der ganzen Augenorganisation nur auf eine unvollkommene Weise gelöst sei. Genauer betrachtet aber zeigt sich das Verhältniß im Wesen des menschlichen Geistes tief begründet.

Daß vom ganzen Sehfelde eben nur der mittlere Theil recht deutlich erscheint, von diesem wiederum der zunächst am Mittelpunkte am deutlichsten, stimmt nämlich damit überein, daß wir auch beim Denken ein größeres Feld auf einmal zwar beachten, vollkommen klar und scharf jedoch nur einen Theil davon, einen Punkt daran aufzufassen vermögen. Das Sehen geht überhaupt mit dem Denken gleichen Schrittes. Wie von selbst wechseln die Gedanken; nicht ohne eine gewisse Anstrengung gelingt es, einen einzelnen davon festzuhalten; von dem einen werden wir wie unwillkürlich auf einen andern naheliegenden, von diesem immer weiter im Gedankenkreise herum geführt. Die kurz vorhergehenden Gedanken bleiben noch frisch im Gedächtniß, und so glauben wir die allgemeine Vorstellung, die durch eine schnelle Gedankenfolge entstanden ist, auf einmal aufgefaßt zu haben. — Beweglich, wie der denkende Geist des Menschen, ist auch sein Auge. Wie von selbst wechselt der Blick, und zwar nicht weniger schnell und unwillkürlich, als die Gedanken wechseln. Es hält so schwer, den Blick z. B. an einen einzelnen Buchstaben zu fesseln, daß jener Versuch mit dem aufgeschlagenen Buche oft gar nicht gelingt, vollständig vielleicht nie gelungen ist, und der recht deutliche Theil des Sehfeldes am Ende noch

weit kleiner ist, als eben angegeben. Wir glauben auf einmal überschaut zu haben, was nur durch eine vielfältige Bewegung des Auges allmählig aufgefaßt worden; denn so schnell bewegt sich das Auge, daß ein Augenblick viele verschiedene Augenstellungen in sich faßt, so leicht, daß wir die Bewegungen nicht gewahr werden, — und dennoch so sicher, daß die Sehachse den in der Gesichtssphäre weit entfernten Punkt kaum jemals verfehlt. — Beweglich ist also das Auge, wie der denkende Geist des Menschen. So ist das Auge ihm aber auch der treueste Begleiter in allen seinen Bewegungen. Wo der Gedanke, da der Blick, selbst ohne unser Wissen, oft wider unseren Willen; denn es verräth der Blick, wo der Gedanke weilt. Daß wir in jenem Versuche mit dem aufgeschlagenen Buche den einen Buchstaben unbeweglich betrachten sollen, und zugleich an die nahestehenden denken — darin eben liegt die Schwierigkeit des Versuches.

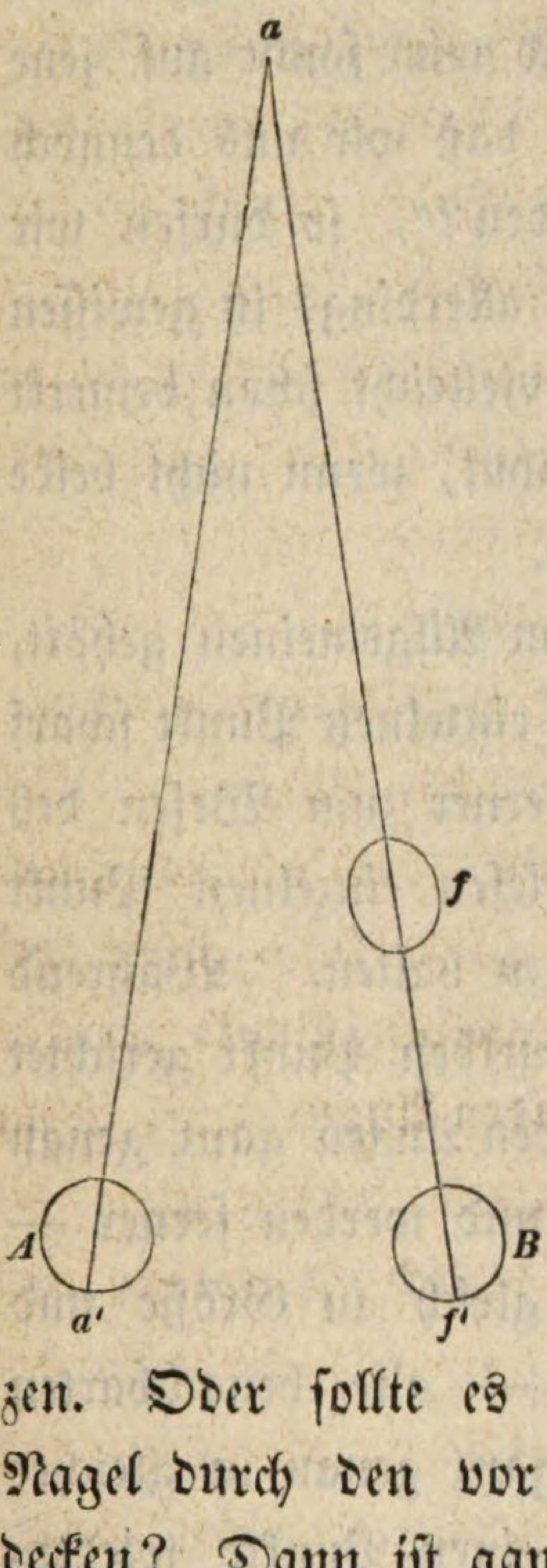
Wenn nun der Blick als der treue Begleiter des Gedankens geschildert worden, so haben wir uns dabei den Blick eben nur als „die Richtung der Sehachse" gedacht. Im Blicke liegt aber etwas Anderes noch, was anatomisch kaum auf irgend eine befriedigende Weise zu beschreiben ist, Etwas, wodurch die augenblickliche Gemüthsstimmung in allen ihren zartesten Bewegungen richtiger und treuer verkündet wird, als wir sie durch irgend eine andere Sprache mitzutheilen vermögen. Von allen seinen äußeren Theilen, selbst von den Muskeln der Augenbraunen und von den Thränendrüsen unterstützt, hat also das Auge selbst eine Sprache, und wie wichtig diese Sprache ist, werden wir in einem folgenden Vortrage ausführlich darzustellen haben. Hier nur noch einige Worte über die Verschmelzung der Lichtempfindung beider Augen.

Zwei Augen sind uns verliehen. Alles, was hier vom Auge im Allgemeinen gesagt worden, gilt natürlich von

dem einen nicht weniger, als von dem andern. In beiden wirken die Lichtkegel auf die Netzhaut ein, zwei Netzhautbildchen (wie wir uns jedenfalls der Kürze wegen ausdrücken mögen) gelangen zu unserem Bewußtsein, — woher kommt es denn, daß wir uns nur eines bewußt werden?

Ueberzeugen wir uns erst, daß wir im Allgemeinen wirklich mit beiden Augen zugleich sehen! Starren Sie einmal,

137.



wenn Sie belieben, irgend einen kleinen entfernten Gegenstand an, z. B. einen Nagel (a) an der Wand. Heben Sie nun einen Finger in die Höhe vor das eine Auge, und suchen Sie damit den Nagel zu decken. Ich glaube nicht, daß es Ihnen, solange das andere Auge offen ist, gelingen werde; obschon es natürlich gleich gelingen müßte, wenn dies Auge dabei unthätig wäre. Der Nagel wird nur etwas undeutlich. Es ist, als stünde er im Innern eines Schattenfingers, offenbar weil an der einen Netzhaut (A) der Nagel (a′), an der anderen (B) der Finger (f′) empfunden wird, und beide Lichtempfindungen gegenseitig verschmelzen. Oder sollte es am Ende Jemand gelungen sein, den Nagel durch den vor dem einen Auge stehenden Finger zu decken? Dann ist ganz ausnahmsweise sein Gesicht an dem andern Auge so schwach, daß er die dadurch erhaltene Lichtempfindung unbeachtet läßt.

Ein handgreiflicher Beweis für den gleichzeitigen Gebrauch beider Augen läßt sich auch noch aus Versuchen mit farbigen Gläsern entnehmen. Halten wir z. B. ein dunkelblaues Glas

vor das eine Auge, während das andere geschlossen ist, so erscheint der ganze Gesichtskreis dunkelblau; öffnen wir darauf das andere, so erscheint er hellblau, und halten wir diesem dann noch ein rothes oder gelbes vor, so erscheint Alles in einer gemischten Farbe. Gerade nur auf die äußersten Grenzen des Gesichtsfeldes rechts und links hat die Farbe der entgegengesetzten Seite keine Einwirkung.

Wenn es nun einmal entschieden ist, daß wir im Allgemeinen gleichzeitig mit beiden Augen sehen, und wir somit auf jene Frage zurückkommen: „wie es geschehe, daß wir uns dennoch nur einer Lichtempfindung bewußt werden?", so dürfen wir ja nicht unbeachtet lassen, daß man doch allerdings in gewissen Fällen „doppelt sieht"; und Sie werden vielleicht schon bemerkt haben, daß man es im Grunde immer thut, wenn nicht beide Augen eine und dieselbe Richtung haben.

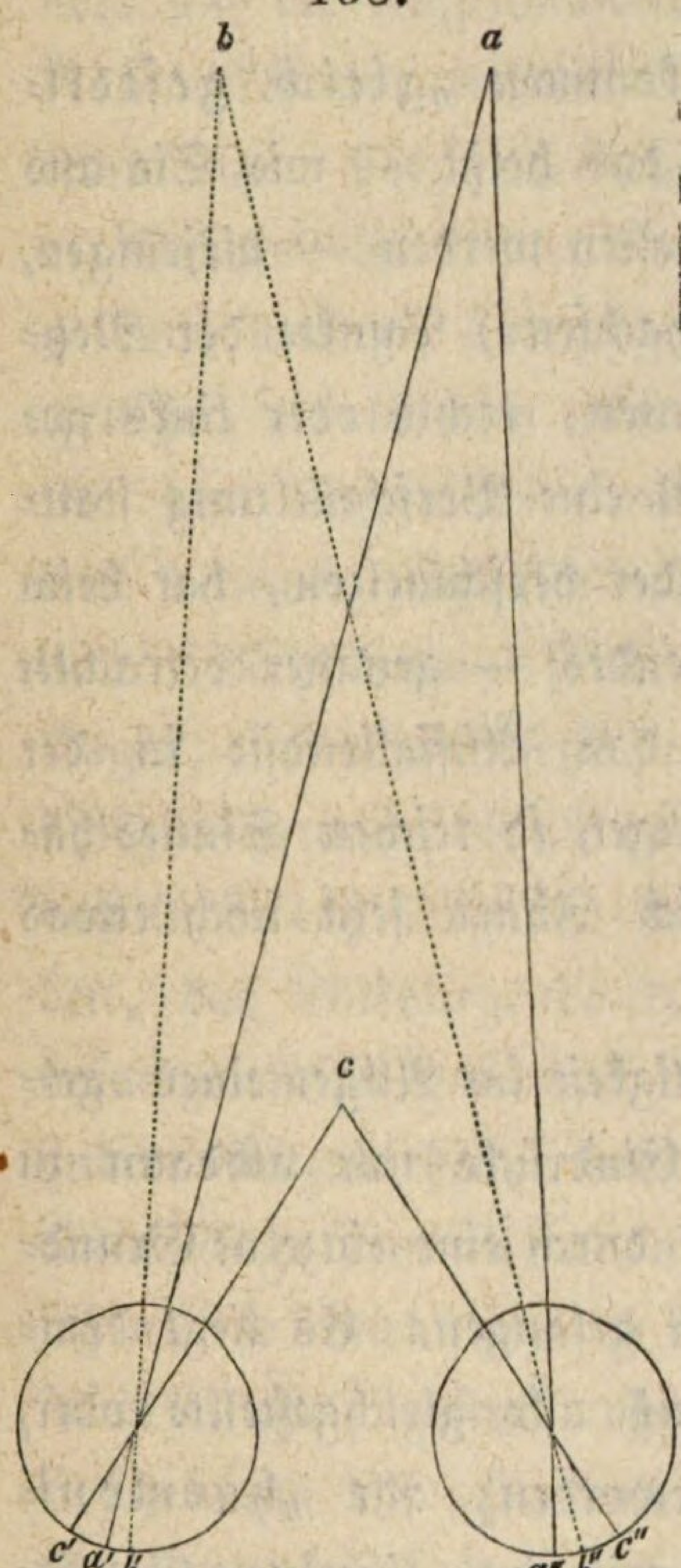
Wie es zum Wesen des Sehens im Allgemeinen gehört, in jedem gegebenen Zeitpunkte nur einen einzelnen Punkt scharf ins Auge zu fassen, so gehört es also ferner zum Wesen des Sehens mit beiden Augen, auf diesen einzelnen Punkt beide Sehachsen schnurgerade gerichtet zu halten. Während aber beide Sehachsen auf einen und denselben Punkt gerichtet sind, wird auch eben dieser Punkt in beiden Augen ganz genau an dem mittelsten Punkte der Netzhaut, und werden ferner — da ja beide Netzhäute als vollkommen gleich in Größe und Krümmung angesehen werden müssen — alle benachbarten Punkte des Sehfeldes in beiden Augen ganz genau in gleicher Entfernung und Richtung von diesem einen Punkte wiedergegeben. Darin liegt also die Bedingung fürs einfache Sehen mit beiden Augen.

Um uns die Art und Weise, wie die beiden Netzhautbildchen aufgefaßt werden, zu vergegenwärtigen, denken wir uns zwei dünne Glasscheiben gleicher Größe und Form, und auf

beiden ein durchsichtiges Miniaturgemälde! Wir legen die beiden Scheiben auf einander, und halten sie gegen das Licht. Ist nun auf der einen Scheibe ein Nagel, auf der andern ein Finger abgemalt, so sehen wir natürlich einen Nagel im Innern eines Fingers. Sind die beiden Gemälde sich ganz gleich, und dabei noch ganz genau einander angepaßt, so sehen wir nur eins; ist die Anpassung hingegen nicht ganz genau, so sehen wir alle Theile des Gemäldes doppelt.

Es wurde Ihnen angegeben: wenn beide Sehachsen auf einen und denselben Punkt im Sehfelde gerichtet sind, so ist nicht nur dieser Punkt (a) im mittelsten Punkte beider Netzhäute (a′ und a″), sondern auch noch jeder benachbarte Punkt (b) in gleicher Entfernung und Richtung von diesem (b′ und b″) wiedergegeben. Dabei wurde aber vorausgesetzt, daß alle diese Punkte in einer und derselben Entfernung vom Auge sich befinden. Mit einem jeden ungleich weit entfernten Punkte des Sehfeldes ist dies keinesweges der Fall; bei sehr ungleicher Entfernung wird er vielmehr an einer ganz verschiedenen Stelle an den beiden Netzhäuten wiedergegeben — und erscheint doppelt. So war es im Grunde auch der Fall in jenem Versuche, als ich Sie bat, einen Finger vor das eine Auge zu halten, um dadurch, wo möglich, den Nagel an der Wand zu decken. Sie sahen den Nagel im Innern eines

138.



Schattenfingers stehen; wiederholen Sie gefälligst den Versuch, und Sie werden ganz gewiß an einer anderen Stelle des undeutlichen Sehfeldes noch einen zweiten Schattenfinger entdecken. Wie dies geschieht, und wie es geschehen muß, wird Ihnen kaum mehr dunkel sein. Behalten Sie es nur immer frisch im Gedächtnisse, daß der Platz, den ein äußerer Gegenstand an der Netzhaut einnimmt, durch die Richtungslinien gegeben ist, und daß bei der Auffassung der beiden Netzhautbilder immer nur die vollkommen gleich gestellten Punkte mit einander verschmelzen.

Es verschmelzen also die vollkommen „gleich gestellten" Punkte der beiden Netzhäute, das heißt — wie Sie aus der ganzen Darstellung entnommen haben werden — diejenigen, die von dem mittelsten (oder Sehachsen-) Punkte der Netzhäute gleich weit nach oben oder unten, rechts oder links gestellt sind. Daß, wenn nun einmal eine Verschmelzung stattfindet, eben diese Punkte mit einander verschmelzen, hat beim ersten Anblicke kaum etwas Befremdendes — genauer betrachtet jedoch liegt eben darin vielleicht das Auffallendste in der ganzen, an auffallenden Erscheinungen so reichen Sinnesthätigkeit. Daß dem so sei, werde ich Ihnen jetzt noch etwas genauer aus einander setzen.

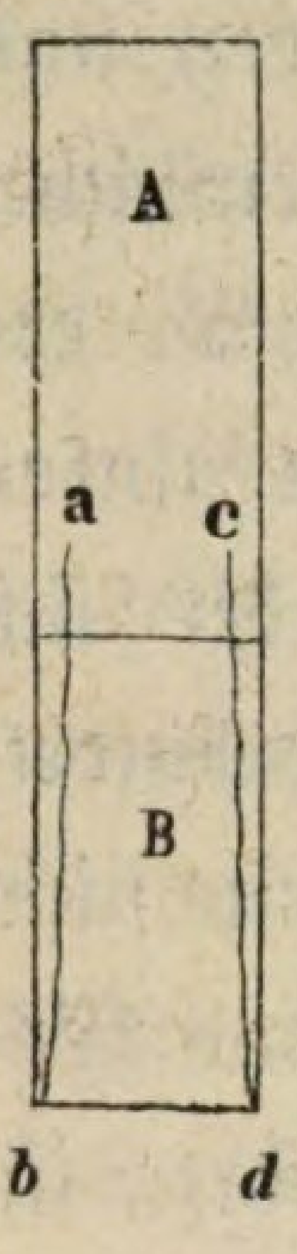
Es ist eine für die Sinnesthätigkeit im Allgemeinen geltende Regel, daß zwei besondere Eindrücke nur alsdann zu Einem verschmelzen, wenn sie beide durch eine einzelne Grundröhre an den Sitz des Bewußtseins gelangen. Es liegt demnach ganz nahe zu vermuthen, daß alle gleichgestellte oder, wie man sie zu benennen einig geworden, alle „harmonische" Punkte der beiden Netzhäute mit einer einzelnen Grundröhre versehen sind. Es müßte sich diese Grundröhre in zwei Aeste theilen und dieselben an die beiden harmonischen Punkte abgeben. Es ließe sich vermuthen, daß die Theilung

an der Kreuzungsstelle der beiden Sehnerven stattfinde; da jedoch die anatomische Untersuchung dies nicht bestätigt hat, so muß sie tiefer im Gehirne angenommen werden. Nun tritt aber wider diese ganze Annahme ein Gesetz auf, das sonst überall im Organismus geltend ist. Es ist das Gesetz der Symmetrie. Die Augen sind, wie die paarigen Organe im Allgemeinen, so gebaut, daß jeder Theil davon, der in dem einen rechts liegt, in dem andern links sich befindet, und umgekehrt. Wir brauchen nur auf die vordere Augenfläche, oder auf die Augenmuskeln hinzusehen, von denen z. B. der Rollmuskel am rechten Auge seine Rolle links, am linken rechts sitzen hat; oder auf die Netzhaut selbst, mit der sich der Sehnerv im rechten Auge links, im linken rechts verbindet, — um uns zu überzeugen, daß im Bau der Augen nicht weniger, als in dem aller anderen paarigen Organe, das Gesetz der Symmetrie aufs Vollständigste durchgeführt ist. Und dennoch zeigt sich nicht nur in der Lichtempfindung an beiden Netzhäuten, sondern auch in den Bewegungen beider Augen, eine dem Gesetze der Symmetrie entgegengesetzte Erscheinung — genannt die „Harmonie" —, die Erscheinung nämlich, daß in beiden Organen das Rechtsliegende dem Rechtsliegenden, das Linksliegende dem Linksliegenden entspricht. Wir vermögen nicht das eine Auge zu drehen, ohne zugleich das andere mitzudrehen, und zwar so, daß wenn wir an dem einen Auge den äußeren geraden Augenmuskel in Thätigkeit setzen, so wird zugleich an dem andern Auge der innere in Thätigkeit gesetzt, oder umgekehrt. — Von dieser ganzen Erscheinung der „Harmonie" der Augen läßt sich nur die Nothwendigkeit angeben, indem die beiden Netzhautbilder selbst, den Gesetzen der Dioptrik zufolge, nicht symmetrisch, sondern eben „harmonisch" gestellt sein müssen — die Er-

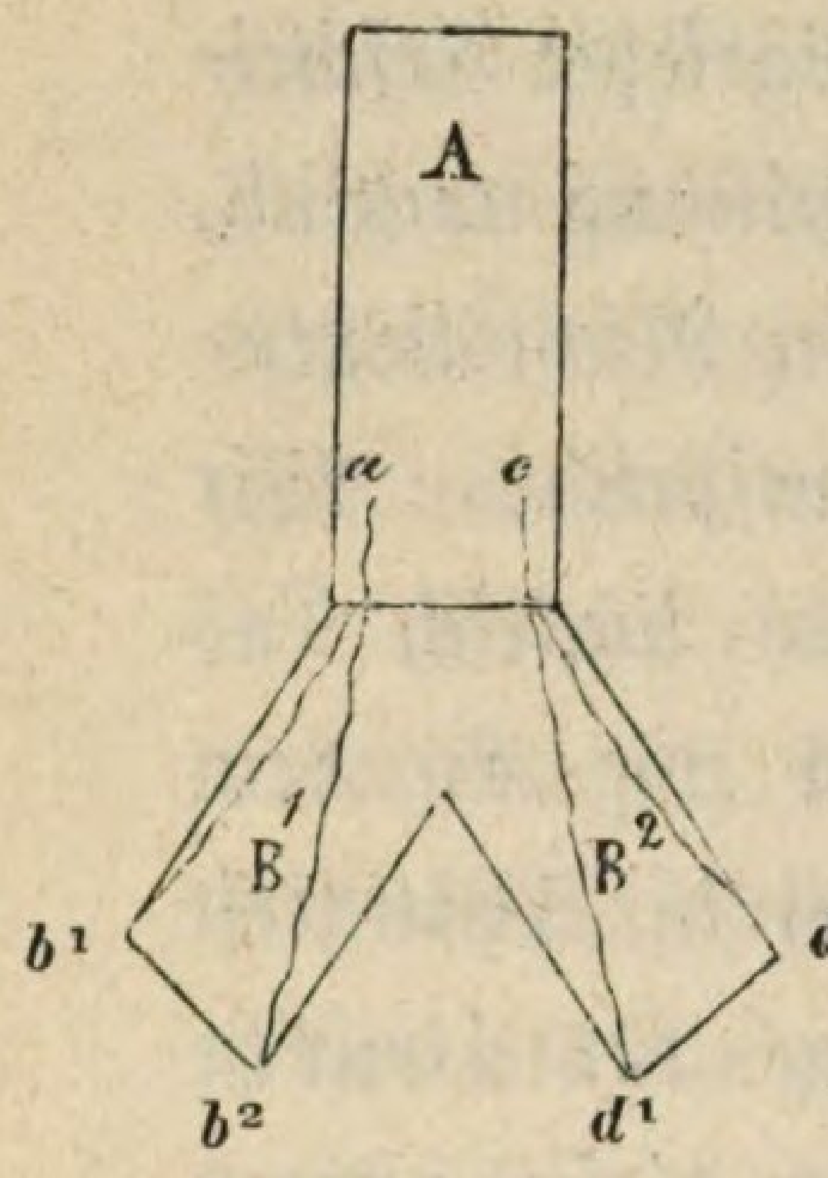
klärung der Erscheinung läßt sich jedenfalls nicht aus der Anatomie hernehmen.

Auffallenderweise zeigt sich ein der „Harmonie" entsprechendes Verhältniß nur noch in denjenigen Bildungen, die als Verdoppelungen einer ursprünglich einfachen Bildung entstanden sind. Wenn nämlich an einem Polypen oder irgend einem andern Thierkörper (A B) ein Theil (B) verdoppelt wird, so greift ein solcher Vorgang aufs Tiefste in die ganze Organisation desselben ein, indem dabei gemeiniglich auch sämmtliche innere Organe vollständig verdoppelt werden, und zwar so, daß die ganze Organisation in jedem der beiden neugebildeten Theile vervollständigt wird. Hat der zu verdoppelnde Theil (B) z. B. rechts ein Blutgefäß (a b), links einen Nerven (c d) liegen, so verdoppeln sich auch diese, und zwar nicht auf die in Fig. 140 dargestellte Weise, als ob das rechte Glied jederseits ein Blutgefäß, das linke einen Nerven erhalten sollte; vielmehr wie in Fig. 141 dargestellt, nämlich so, daß jedes der Doppelglieder nicht weniger als der gemeinsame Stamm, woraus sie hervorgegangen, rechts das Blutgefäß (ab^1 und ab^2), links den Nerven (cd^1 und cd^2) erhalten. Was für Blutgefäß und Nerv gilt, wird auch für zwei Nerven und endlich für zwei Nervengrundröhren gelten, und also tritt auch hier keine Symmetrie, sondern eine Harmonie ein.

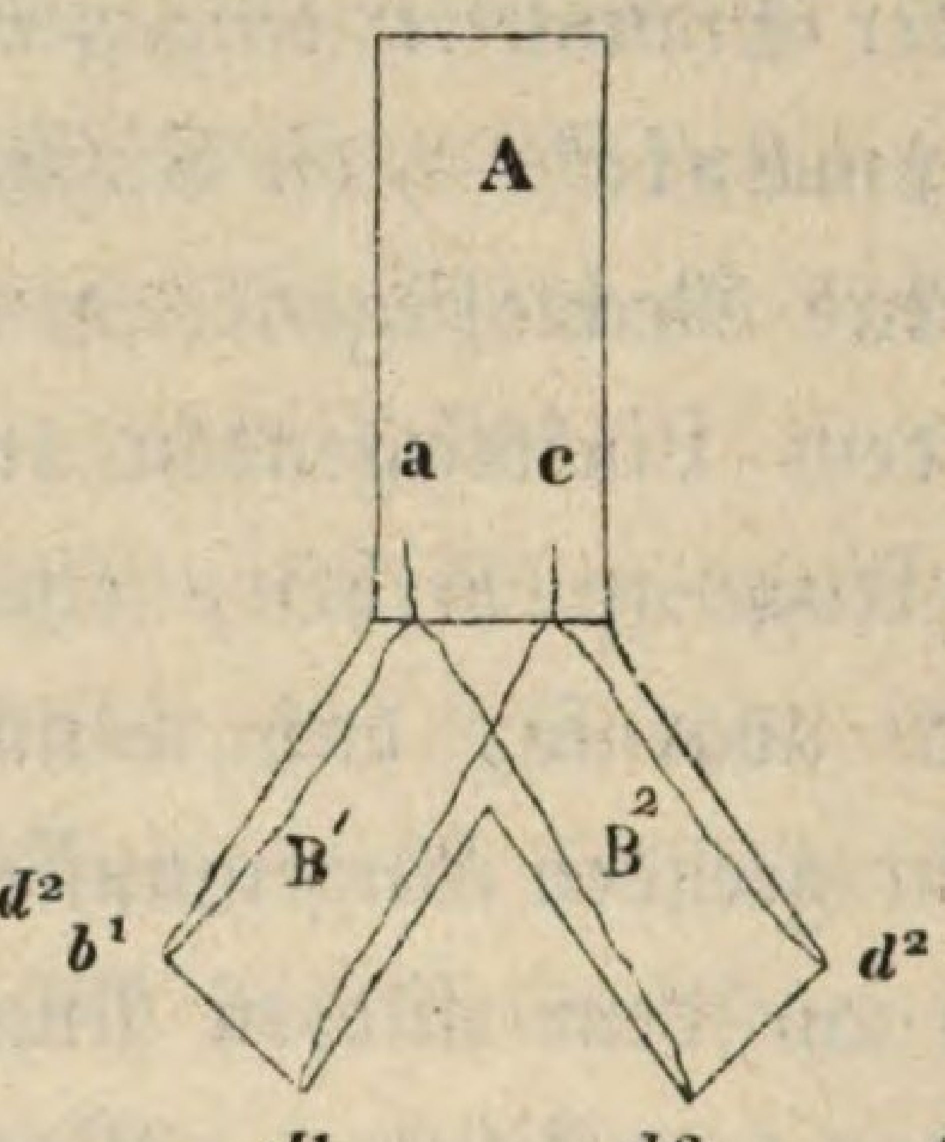
139.



140.



141.



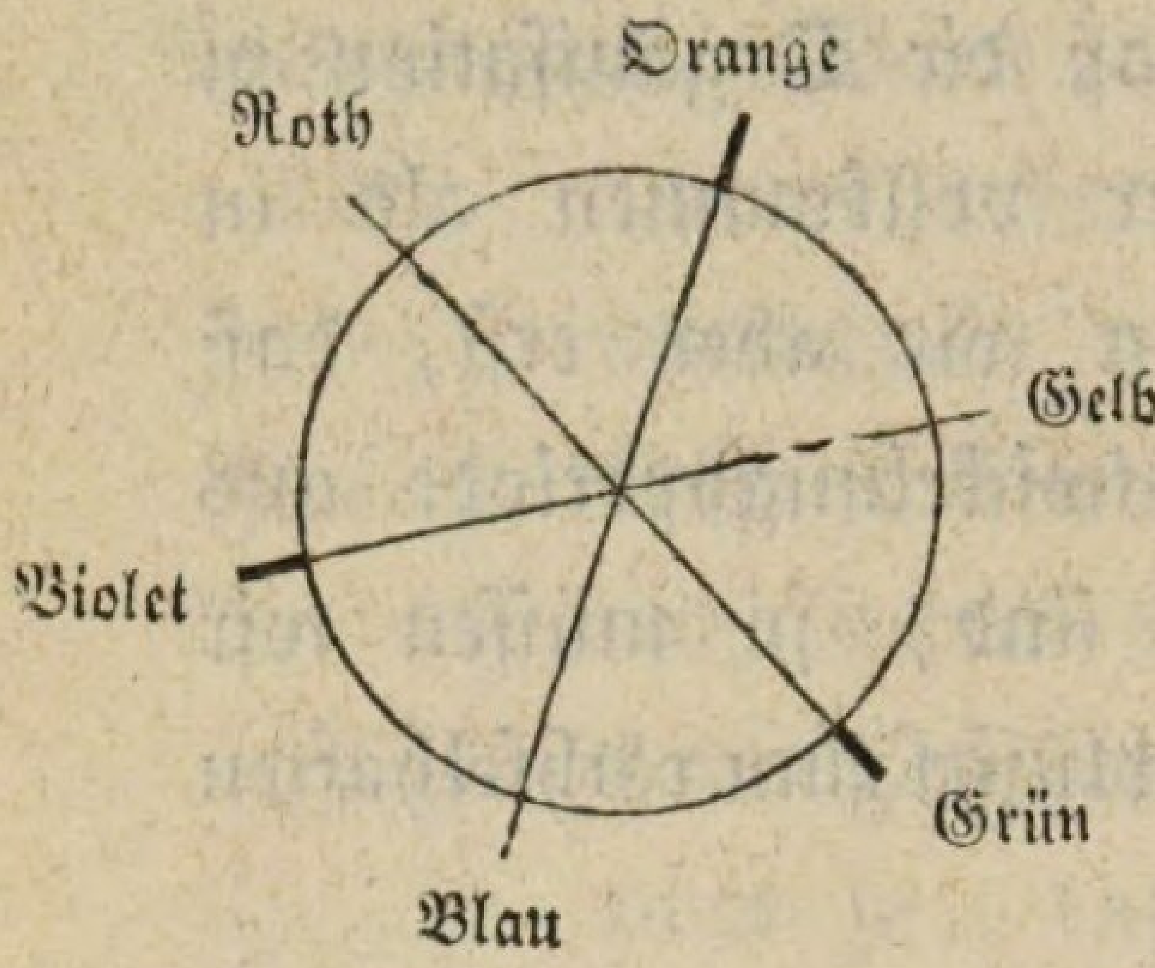
Ein solches, der Symmetrie entgegengesetztes, harmonisches Verhältniß findet nun auch bei allen Doppelmißbildungen Statt, und die beiden Augen in eine Klasse mit diesen Mißbildungen versetzt zu hören, muß anfangs ganz natürlich in Aller Ohren höchst disharmonisch klingen; besonders wenn man noch nicht mit der Erfahrung vertraut ist, daß die Organisation in den Doppelmißbildungen nicht weniger vollkommen als in den normalen Bildungen ist; — wissen wir aber erst, daß die beiden Augen in der frühesten Entwickelungsperiode aus einem einfachen Auge hervorgegangen sind, so müssen wir schon anerkennen, daß darin allein der Schlüssel zum räthselhaften Verhältnisse gegeben sei.

Zum Schluß dieser langen Darstellung vom Gesichtssinne und seines Organs rufen wir uns noch einmal die Hauptsätze zurück, woraus die ganze Darstellung hervorgegangen. Das Licht ist etwas an und für sich Bestehendes, bedeutungsvoll auch für die Pflanzen, die doch nicht sehen. Leuchtend ist jedoch das Licht nicht an und für sich; es erscheint nur so, indem es, als die adäquate Einwirkung des Sehnerven, durch diesen zu unserem Bewußtsein gelangt; denn das Leuchten ist die Form, in der jede äußere Einwirkung auf den Sehnerven vom Bewußtsein aufgefaßt wird. So sind auch die Farben an und für sich bestehende Verschiedenheiten des Lichtes, auch auf anorganische Körper verschieden einwirkend; als roth, blau oder gelb erscheint jedoch das Licht wiederum nur durch die Vermittelung des Sehnerven.

Indem nun das Gesetz der Ermüdung auf die Lebensthätigkeit des Sehnerven, wie auf die Sinnesthätigkeit im Allgemeinen und auf jede Lebensthätigkeit überhaupt, seinen Einfluß ausübt, ist es höchst merkwürdig, daß die verschiedenen Farben in einem ähnlichen Gegensatze zu einander stehen, als das Licht zum Dunkel, das Dunkel zum Licht. In op-

tischer und chemischer Beziehung herrscht ein Gegensatz zwischen Roth und Violet, als Grenzfarben des Regenbogens; was dagegen die Einwirkung auf den Sehnerven betrifft, läßt sich der Gegensatz durch einen in sechs gleich große Abschnitte getheilten Kreis darstellen, an welchem Roth, Gelb und Blau, als die drei Hauptfarben, Orange, Grün und Violet als gemischte Farben zwischen sich haben. Für jede Farbe wird in diesem Schema die entgegenstehende die complementäre genannt; z. B. für Roth ist Grün, für Orange ist Blau die complementäre Farbe, weil je solche zwei Farben zusammen a l l e Farben in sich fassen. Wie uns nun die Netzhaut, wenn sie an einer begrenzten Stelle von einem starken Lichte ermüdet ist, an dieser Stelle eine helle Wand wie einen dunklen Fleck wiedergiebt, so wird sie uns, von der rothen Farbe ermüdet, Grün; von der Grünen, Roth wiedergeben.

142.



Wünschen Sie näheren Aufschluß über alle dergleichen höchst merkwürdige Erscheinungen, dann halten Sie sich an die meisterhafte Darstellung derselben von J o h a n n e s Müller, dem Coryphäen der Physiologie im Allgemeinen und der des Gesichtssinnes im Besonderen. Bereits gar zu reichlich habe ich die uns zugemessene Zeit in Beschlag genommen, um Ihnen das Auge — d e n h e i l i g e n, d e m L i c h t e g e w e i h t e n T e m p e l — zu zeigen und zu deuten.

III. Willkürliche Bewegungen.

a. Einleitung; b. Muskeln; c. Skelet; d. Bewegungsorgane der Vögel; e. Bewegungsorgane der Säugethiere.

---

a. Einleitung.

Bei der Betrachtung der centripetalen oder, mit andern Worten, der Sinnes-Nerven, haben wir lange weilen müssen. Schon die verschiedene Art und Weise, wie sie die äußeren Eindrücke dem Bewußtsein mittheilen — einige als Gefühl, andere als Geschmack oder als Geruch, wieder andere als Ton oder als Licht — mußte in hohem Grade unsere Aufmerksamkeit fesseln; dann aber ganz besonders noch die speciel ihnen angehörigen Organe; und unter diesen war namentlich am Auge eine solche Mannichfaltigkeit von Erscheinungen zu besprechen, daß ich dabei wohl befürchten mußte, Ihre Geduld gar zu sehr in Anspruch zu nehmen. Heute habe ich nun die centrifugalen oder die Bewegungs-Nerven und die ihnen entsprechenden Organe darzustellen, und ohne Ihnen gerade die Frage beilegen zu wollen: „ob ich Sie dabei auf eben so weite und ermüdende Wege einzuführen gedenke?" will ich sie Ihnen doch lieber gleich ganz offen beantworten.

Die Art und Weise, wie die centrifugalen Nerven die vom Bewußtsein ausgehenden Eindrücke den peripherischen Organen zuführen, ist bei allen eine und dieselbe; und welche

sie sei, ist Ihnen bereits in der Darstellung der Nerventhätigkeit ausführlich mitgetheilt worden. Sie werden sich mit der Vorstellung schon ganz vertraut gemacht haben, daß jede einzelne Grundröhre in den Sinnesnerven einem besonderen kleinen Bezirke der Sinnesfläche, in den Bewegungsnerven aber, und zwar damit ganz übereinstimmend, einigen besonderen Fädchen eines gewissen Muskels entspricht. Auch wird es Ihnen hoffentlich noch frisch im Gedächtniß stehen, daß wir zwar jede einzelne Nervengrundröhre der willkürlichen Muskeln in unserer Gewalt haben, jedoch nur mittelbar durch die Dazwischenkunft des Rückenmarks. Wie uns die äußeren Gegenstände unmittelbar vorzuschweben scheinen, ohne daß wir die Dazwischenkunft der Netzhaut oder des Sehnerven auch nur im mindesten bemerken, so scheint unsere Hand den eben begehrten Gegenstand unmittelbar zu ergreifen, und von den tausenden ganz bestimmten Nervengrundröhren und Muskelfasern, die in Thätigkeit gesetzt werden, um den dazu erforderlichen höchst complicirten Mechanismus auszuführen, haben wir keine Ahnung. — Das Resultat zu erreichen, hat uns die Natur verliehen; — über das W i e hat sie einen dichten Schleier gezogen.

Doch eben diesen Schleier hätte ich Ihnen ja hier, wo nicht zu heben, doch zu lüften; wo nicht für sämmtliche unserer Willkür unterlegten Theile, doch wenigstens beispielsweise für einzelne. Ein solches Beispiel ist Ihnen nun in der That auch bereits geliefert worden, nämlich im Augapfel; und Sie werden sich die schöne Mechanik seiner vier geraden und zwei schiefen Muskeln, von den drei Nervenpaaren gelenkt, hoffentlich noch ganz klar vergegenwärtigen. Einige andere Beispiele werden Ihnen auch noch in dem Folgenden gegeben werden.

b. Muskeln.

Was nun die Organe betrifft, auf welche die Bewegungsnerven zunächst einwirken, haben Sie auch diese in eben dem-

selben Beispiele kennen gelernt. Diese Organe sind nämlich gerade das, was wir „Muskeln" nennen. Der wesentliche Theil eines Muskels ist aber wiederum, was gemeiniglich Fleisch genannt wird; denn nur im Fleische des Muskels verbreiten sich die Bewegungsnerven, und nur das Fleisch hat die ganz besondere Eigenschaft, daß die Fasern, woraus es zusammengesetzt ist, durch jede Einwirkung auf die entsprechenden Nerven sich zusammenziehen und also kürzer und dicker werden. Dem fleischigen Theile der Muskeln ist in der Regel ein sehniger Theil angeheftet, wie Sie es ja auch schon an den vier geraden Augenmuskeln um die Hornhaut gesehen haben (Fig. 118). In der Regel ist die Sehne oder „Flechse" drehrund, wovon Sie ein Beispiel an der des Rollmuskels gesehen (Fig. 119). Diese Sehnen oder Flechsen der Muskeln dienen bei der Muskelbewegung nur als passive Organe, etwa wie die Seile beim Anziehen der Schiffssegel o. dgl. Der dickere, fleischige Theil, oder der Fleischkörper des Muskels, sitzt entweder unmittelbar oder mittelst einer kurzen Sehne an einem weniger beweglichen oder ganz unbeweglichen Theile des Skelets, die eigentliche Flechse an einem mehr beweglichen Knochen fest, und durch die Zusammenziehung des Fleisches wird dieser also jenem genähert. Doch haben wir bereits in der Darstellung der Athembewegungen gesehen, daß die Muskeln, die gemeiniglich vom Brustkasten aus die Oberarme anziehen, im Nothfall auch in der entgegengesetzten Richtung zu wirken vermögen, wenn nämlich die Oberarme selbst hinlänglich befestigt sind.

In diesen wenigen Beispielen haben Sie nun wohl ein klares Bild von der Art und Weise erhalten, wie die willkürlichen Bewegungen ausgeführt werden. Mit den unwillkürlichen Muskelbewegungen verhält es sich im Grunde auf dieselbe Weise, nur daß sie von Nerven angeregt werden, die

nicht aus dem Gehirn, sondern zunächst aus Ganglien, mittelbar aus dem Rückenmarke entspringen. Daß ein sackförmiges Muskelgeflecht, wie das des Herzens, durch seine Zusammenziehung den flüssigen Inhalt aus der inwendigen Höhle zu drücken vermag; daß ferner Muskelfasern, ringförmig und strahlenförmig wie die der Regenbogenhaut gelagert, als ein zusammenschnürender und ein ausdehnender Muskel der mittleren Oeffnung dienen können — sind Verhältnisse, die sich wie von selbst ergeben, wenn einmal die besondere Eigenschaft der Muskelfasern bekannt ist, die nämlich, daß sie sich durch den Einfluß der Nerven verkürzen.

Nicht sattsam zu schätzen ist diese anscheinend so einfache, in der Wirklichkeit jedoch höchst eigenthümliche Eigenschaft der lebenden Fleischfasern! Ohne Bewegung ist kein Leben, — im thierischen Körper wird aber fast alle Bewegung durch Fleischfasern ausgeführt. Wenn die Pflanzen von dem Wasser und den Nahrungssäften durch eine rein physische Einsaugung getränkt werden, so wird hingegen in dem Thierkörper der Speisebrei durch die Muskelkraft des Darmrohrs fortgeschoben, der Chylus durch die Kreisfasern der Chylusgefäße ins Blut gefördert, das Blut aber von den Muskelwänden des Herzens bis in die feinsten, dem menschlichen Auge nur durchs Mikroskop sichtbaren Haargefäße, und durch diese wieder zurück getrieben, bis der Kreis durch den Körper vollendet ist. Wenn bei den Pflanzen der Wechselverkehr mit der Luft ganz still durch die weitgespreizten, nur von der säuselnden Luft oder dem Sturmwinde bewegten Blätter von Statten geht, so haben schon die Kiemendeckel der Fische ihre Muskeln um die Wasserströmung zu fördern, und bei allen in freier Luft athmenden Thieren wird das anhaltende Ein- und Auspumpen derselben durch Muskelkraft zu Wege gebracht. Haben wir nicht gesehen, wie das treue Zwerchfell arbeitet

Tag und Nacht, und wie ihm, so wie es Noth thut, nach und nach immer mehre andere Muskeln zu Hülfe kommen? Wenn endlich die Pflanzen sich dem Sonnenlichte entgegen neigen, mitunter pendelförmige Schwingungen machen, oder in bestimmter Richtung sich fremden Körpern anschmiegen, Alles nur nothwendige Folgen des inwendig stattfindenden organischen Lebens, so giebt es kein Thier, d. h. kein mit Bewußtsein versehenes Geschöpf, das nicht auch durch irgend eine willkürliche Bewegung sich der Herrschaft über seinen Körper erfreue. Also bereits die an einen festen Punkt gefesselten Thiere, um wie viel mehr denn alle die unermeßlichen Schaaren, die im Wasser, in der Erde und in der Luft ihrer Freiheit genießen! Und alle dergleichen Bewegungen, die einfachsten wie die verwickeltsten; sie mögen nun zur Einziehung des äußersten Gelenkes am winzigen Beine eines mikroskopischen Krebsthieres, oder zum Fortschieben eines großen Thierkörpers durchs Wasser, durch die Erde, oder durch die Luft dienen, alle ohne Ausnahme werden sie nur durch Muskeln ausgeführt, und zwar durch Muskeln, deren Nerven der Herrschaft des Gehirns unterwürfig sind.

c. Skelet.

An der Ausführung der willkürlichen Bewegungen haben bei den Wirbelthieren die Knochen einen wesentlichen Antheil, indem sie den Bewegungsgliedern im Besonderen nicht weniger als dem Körper im Allgemeinen, als kräftige Stützen dienen, sondern auch den einzelnen Muskeln feste Anhaltspunkte gewähren, wodurch ihre volle Kraft ungeschwächt auf die beabsichtigte Bewegung verwendet wird.

Wie jedes Organsystem dem Organismus auf eine besondere Weise und durch besondere Eigenschaften dient, so dienen ihm die Knochen gerade durch ihre Starre und Härte. Demnach

mögen sie wohl als fast todte, den lebenden Theilen behufs mechanischer Zwecke eingeschobene Theile erscheinen. Sie für wirklich todte Theile im lebenden Organismus zu betrachten, davon würden Sie jedoch durch die aus einem früheren Vortrage bekannte Geschichte der Zähne abgehalten werden, wenn nicht auch schon in dem allgemeineren Theile die Entwickelungsgeschichte der Knochen selbst gerade als ein Beispiel des organischen, wechselnden Lebens dargestellt wäre.

Das ganze Gerüst der Knochen und Knorpel mit den sie vereinigenden Bändern nennt man bekanntermaßen das Skelet oder das Gerippe. Es besteht: 1) aus dem Schädel und dem Rückgrat mit den ansitzenden Knochen des Gesichts und der Eingeweidehöhlen (Rippenbogen), 2) aus dem Schulter- und dem Beckengürtel, woran die Knochen der Gliedmaßen beweglich eingelenkt sind. Wie nun das Skelet in seiner Gesammtheit nach innen hin mehr oder weniger die Form der großen Räume darstellt, worin das Centralnervensystem und die übrigen Eingeweide ihre Lage haben, so giebt es nach außen hin von der Form der Bewegungsglieder gewissermaßen einen inneren Umriß. Am Skelete erkennt man nicht nur die Form des ganzen Thieres, es läßt sich daraus auch noch auf seinen ganzen inneren Bau und seine Lebensweise schließen. Verschieden wie die Formen, der innere Bau und die Lebensweise der Wirbelthiere, ist auch ihr Skelet.

Um eine solche Mannichfaltigkeit zu schildern, gilt es einem bestimmten Plane zu folgen, einen leitenden Faden zu gewinnen. Wir finden einen solchen, wo Sie ihn wohl kaum gesucht haben würden.

Sie kennen Alle die Elegie von Göthe, die zur Ueberschrift hat: „die Metamorphose der Pflanzen". Sie wissen es, wie es dem großen Meister vielleicht vor allen Andern gegeben war, die inhaltsschwersten Gedanken in wenig

Worten auszusprechen. Kaum werden Sie es jedoch wissen, daß dieses kleine Gedicht ein paar Zeilen enthält, worin das ganze Resultat der vergleichenden Anatomie ausgesprochen ist. Die Zeilen lauten folgendermaßen:

„Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern; und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz, auf ein heiliges Räthsel".

„Alle Gestalten sind ähnlich". Ja gewiß sind sich alle Wirbelthiere und deren Skelete ähnlich; und wie sollten sie es nicht, da ihnen allen eine und dieselbe ursprüngliche Form zu Grunde liegt? Bei ihnen allen ist die ursprüngliche Form diejenige, die Ihnen bereits in der ersten Stunde beispielsweise vom Küchlein vorgezeigt wurde. Das Skelet erscheint zuerst in der einfachen Form der „Rückensaite". Von ihr aus erheben sich oben die Rückenplatten, worin die Wirbelbogen ausgebildet werden; entsprechende Bogen wachsen gegen die Bauchfläche herab. Im Querdurchschnitte betrachtet, nimmt also der ganze Keim des Fisch-, Amphibien- und Säugethierfötus nicht weniger, als der des Vogelfötus, die Figur einer arabischen 8 an, wovon der obere Ring das Centralnervensystem, der untere die Organe des Ernährungslebens umschließt. In dem Winkel zwischen den beiden Ringen endlich wächst vorn das Brustglieder-, hinten das Bauchgliederpaar hervor. Das eine oder das andere, oder beide Paare mögen ausbleiben; ein drittes kommt nie zum Vorschein.

Also sind alle Wirbelthiere und alle ihre Skelete ähnlich — doch gleichet keins dem andern. Und wie sollte auch ein Thier einem andern ganz gleich sein, da ja auch kein einziges Thier sich selbst vollkommen gleich ist von einem Augenblick zum andern? Von der ursprünglich allgemein geltenden Form kann sich nach und nach, wie wir dies schon in der ersten Stunde vielfältig gesehen haben, eine überaus verschie-

dene Form entwickeln. Es geschieht dieses nach bestimmten Gesetzen; allein bei einem Thiere bleibt die Entwickelung gänzlich aus, bei einem andern gelangt sie nur bis auf eine gewisse Stufe; bei einem nimmt sie diese, bei einem andern jene Richtung an, und immer mehr und mehr verliert sich die ursprüngliche Gleichheit.

Nehmen wir die Entwickelung der Wirbel als Beispiel! In der Rückensaite und auf ihre Kosten entwickeln sich die eigentlichen Wirbelkörper als eine Reihe von festeren Knorpelringen, die auswendig breit und flach, inwendig scharf und schneidend sind, also etwa wie kreisförmige Keile sich ausnehmen. Indem sie immer tiefer in die Rückensaite hineinwachsen, zerfällt diese zuletzt in eine Reihe von gesonderten Abtheilungen; und bei den höheren Wirbelthieren verschwindet, wie Sie schon gehört haben, auch diese, ohne eine Spur zu hinterlassen. Bei den Lampreten und Stören bleibt nun aber diese Entwickelungsreihe fast gänzlich aus; die Rückensaite ist auch noch bei den erwachsenen Individuen vollständig erhalten. Bei den übrigen Fischen gelangt die Entwickelung etwa bis auf die in C und D dargestellte Stufe. An der tiefen Aus-

143.

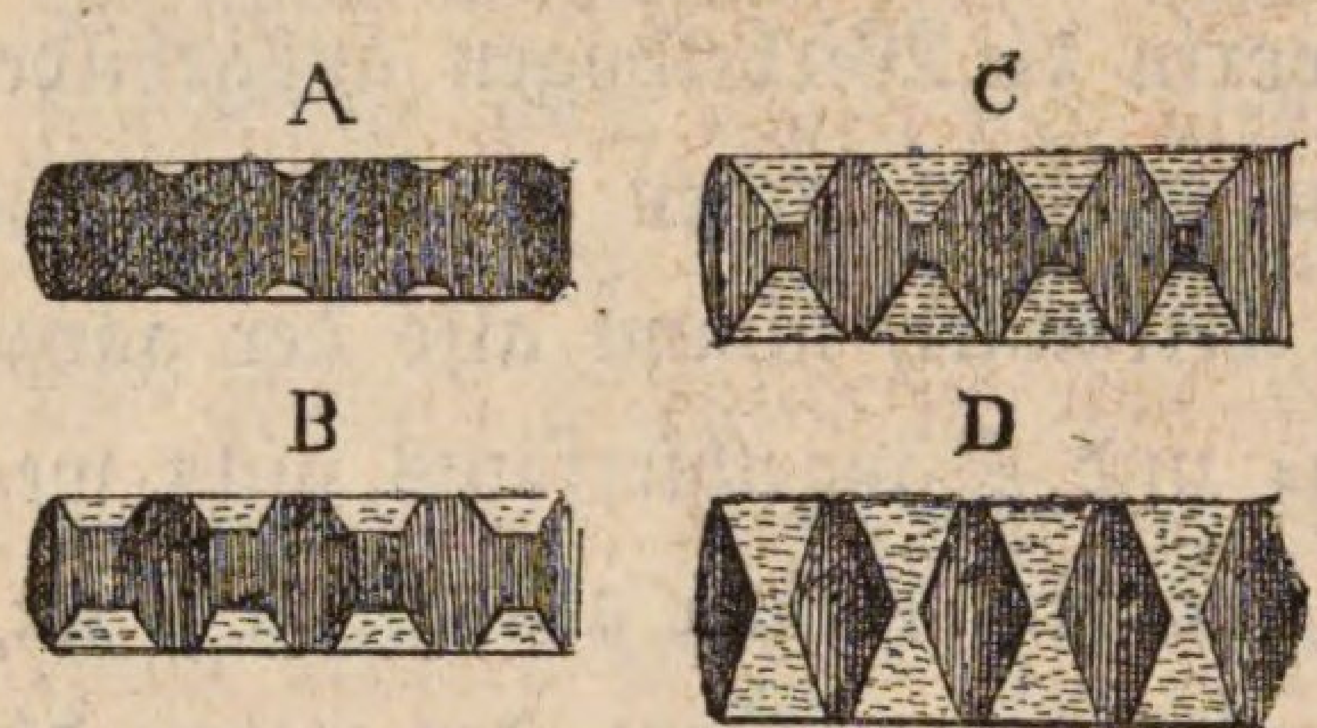
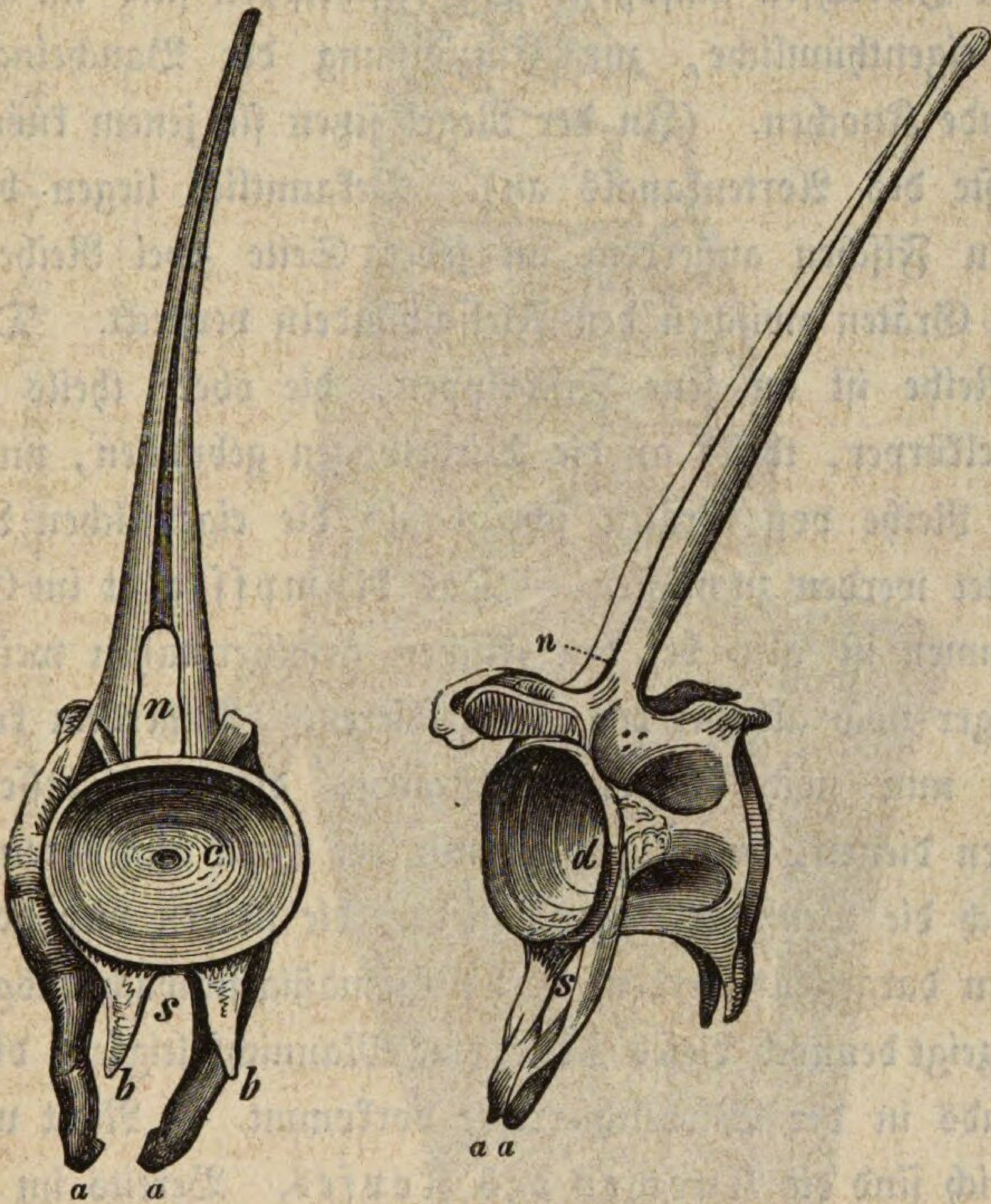


Fig. 143. Längendurchschnitte von einer Reihe von Wirbelkörpern verschiedener Fische. A: der Lamprete, B: des Störs, C und D: der Knochenfische im Allgemeinen. Die dunkeln Partien stellen die Rückensaite vor, die hellen die Wirbelkörper, die als knorpelige, oder später als knöcherne Ringe die auswendige Oberfläche der Rückensaite bald vollständig einnehmen, inwendig aber als kreisförmige Keile ihrer Achse ringsum entgegen wachsen. (Nach Rymer Jones: a general outline of the animal kingdom. 1841. pg. 490.

höhlung der vorderen und der hinteren Fläche des Wirbelkörpers giebt sich seine ursprüngliche Keilform noch zu erkennen.

145. 144.



Die Ausbildung des Skeletes ist also hinsichtlich der Wirbelkörper bei den Fischen noch weit zurück. Hinsichtlich der unbeweglich oder beweglich mit den Wirbelkörpern verbundenen Knochentheilen verhält es sich aber anders. Dem von den oberen Bogen eingezäunten Kanale fürs Rückenmark entspricht ein unterer (s) für die Aorta, von welchem sonst nur einzelne

Fig. 144—145. Wirbel aus dem Rückgrate eines Thunfisches. Fig. 144: von der Seite, Fig. 145: von hinten. — a, a: und b, b: die unteren Bogen, die einen hier nicht geschlossenen Ring (s) um die Aorta bilden. c: die hintere, d: die vordere Fläche des Wirbelkörpers, beide trichterförmig ausgehöhlt. n. die Höhle des oberen Bogens, worin das Rückenmark eingeschlossen ist. Natürliche Größe. (Originalzeichnung.)

Spuren vorkommen (namentlich beim gemeinen Igel als ein einfacher Knochenring, der die Aorta bei ihrem Durchgange durchs Zwerchfell umfaßt). Die Fischrippen sind im Grunde auch eigenthümliche, zur Einzäunung der Baucheingeweide dienende Knochen. (In der Regel sitzen sie jenem knöchernen Gerüste des Aortenkanals an). Bekanntlich liegen bei den meisten Fischen außerdem an jeder Seite zwei Reihen von feinen Gräten zwischen den Fleischbündeln versteckt. Die untere Reihe ist an jene Fischrippen, die obere theils an die Wirbelkörper, theils an die Wirbelbogen gebunden, und diese obere Reihe von Gräten scheint als die eigentlichen Rippen gedeutet werden zu müssen. — Das Rumpfskelet im Ganzen genommen ist also bei den Fischen gewissermaßen weit vollständiger noch als bei den Säugethieren. Außerdem kommen hierzu nun noch die vielen Gräten, die den Flossen als Stützen dienen, und eigentlich nur der Haut angehören; und obgleich die Brust- und Bauchglieder, die in den vier paarigen Flossen dargestellt werden, verhältnißmäßig schwach ausgebildet sind, zeigt dennoch dieses Skelet eine Mannichfaltigkeit, die sonst nirgends in der Wirbelthierreihe vorkommt. — Nicht weniger zahlreich sind die Knochen des Kopfes. Bereits im Schädel ist jeder bei den Säugethieren einfache Schädelknochen aus mehren besonderen, durch Näthe an einander geknüpften Stücken zusammengesetzt; die Gesichtsknochen sind aber noch weit zahlreicher. Auch hier sind die sonst einfachen Knochen, wie z. B. die Ober- und Unterkieferknochen, in mehre besondere zerfallen. Dazu fügen sich aber nun noch: 1) einige losgetrennte Stücke der Schädelknochen, namentlich des Schläfenbeins, wodurch denn der Unterkiefer nicht dem Schädel selbst eingelenkt zu sein scheint; 2) vier eigenthümliche Knochen an jeder Seite, die den Kiemendeckel bilden; 3) mehre verknöcherte Hautplatten, namentlich um die Augenhöhle, und endlich ist auch noch das

146.

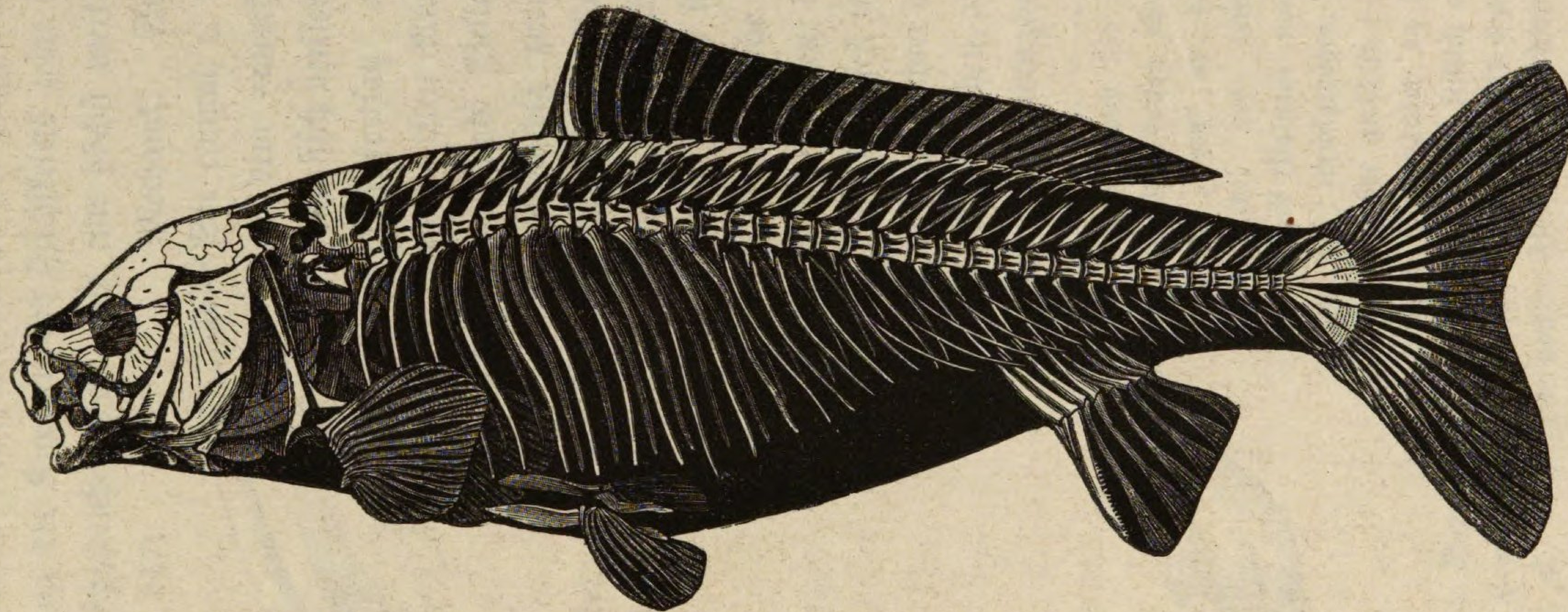


Fig. 146. Skelet eines Karpfen. (Originalzeichnung.)



sehr zusammengesetzte Zungenbein und der Gürtel, den die Schulterknochen bilden, den Gesichtsknochen innig einverleibt. In der Verbindung der Knochen des Fischskelets zeigt sich eine gleich große Verschiedenheit, oft auch eine höchst merkwürdige

147.



Mechanik. Betrachten Sie einmal z. B., wie es dem amerikanischen Hornfisch verliehen, den Dornfortsatz an seinem ersten Rückenwirbel nach Belieben so vollständig zurückzubiegen, daß er über den sanft gewölbten oberen Rand des

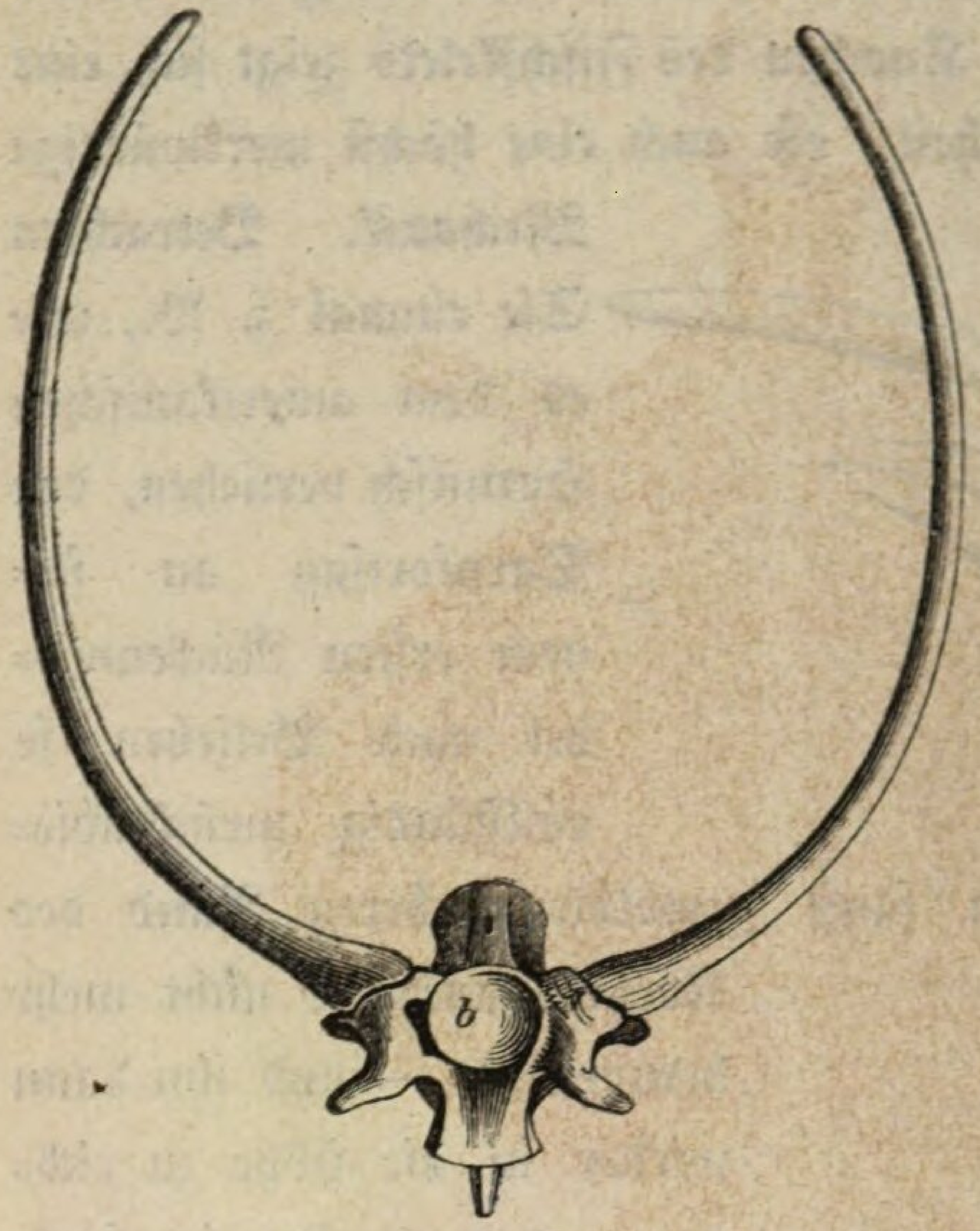
148.



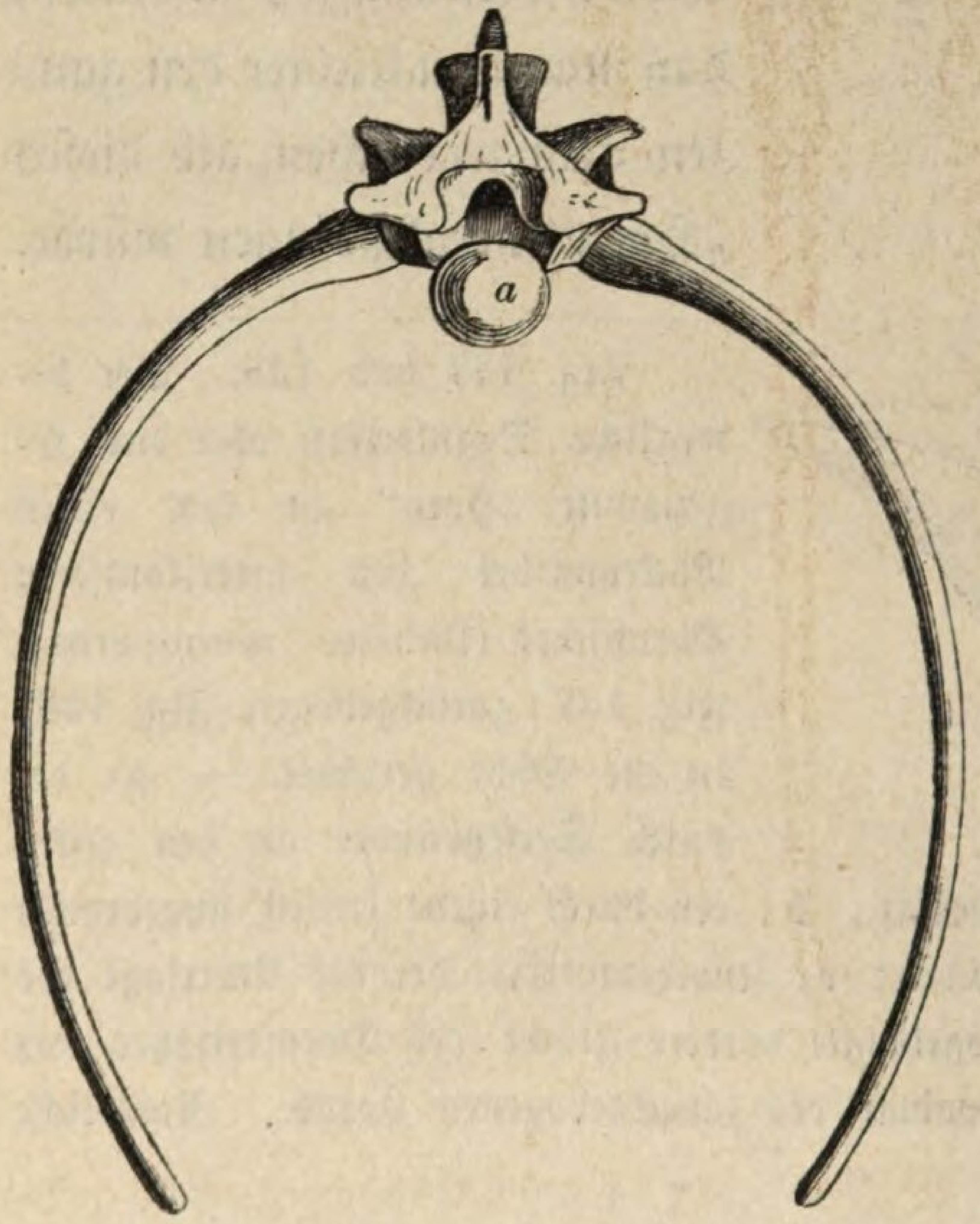
Körpers auch gar nicht mehr hervorsteht, — und ihn dann wieder in die Höhe zu richten und dermaßen in senkrechter Stellung fest zu halten, daß man ihm leichter den ganzen Leib zerbrechen, als dieses „Horn" herabzwingen würde.

Fig. 147 und 148. Der bewegliche Dornfortsatz oder das sogenannte „Horn" an dem ersten Rückenwirbel des amerikanischen Hornfisches (Balistes monoceros). Fig. 147: zurückgebogen, Fig. 148: in die Höhe gerichtet. — a: der durch Seitenbänder an den ersten Rückenwirbel befestigte Dornfortsatz; b: ein durch eigene seitlich angebrachte Muskeln beweglicher Hemmknochen; c: Knochenfortsatz, der als Unterlage des Hemmknochens dient; d: ausgehöhlte vordere Fläche des Dornfortsatzes am zweiten Rückenwirbel zur Aufnahme des zurückgebogenen Horns. Natürliche Größe. (Originalzeichnung).

149.



150.



Die Fische selbst haben übrigens außerordentlich verschiedene Skeletformen, und doch ist die Verschiedenheit größer noch in der Klasse der Amphibien. Bei den Schlangen ist jeder Wirbelkörper hinten mit einem glatten kugelrunden Knöpfchen versehen, das in eine Höhlung an dem dahinterliegenden Wirbelkörper aufs Vollkommenste hineinpaßt, und die Rippen dienen als bewegliche Stützen beim Kriechen. Bei den Drachen treten rippenartige Knochen als feste Stützen in die Flughaut hinein.

Fig. 149 und 150. Wirbel mit seinen beiden Rippen von einer Riesenschlange (Python). a: der kugelige Knopf der hinteren Fläche des Wirbelkörpers; b: die entsprechende Hohlfläche der vorderen Fläche. Volle Größe. (Originalzeichnung.)

151.

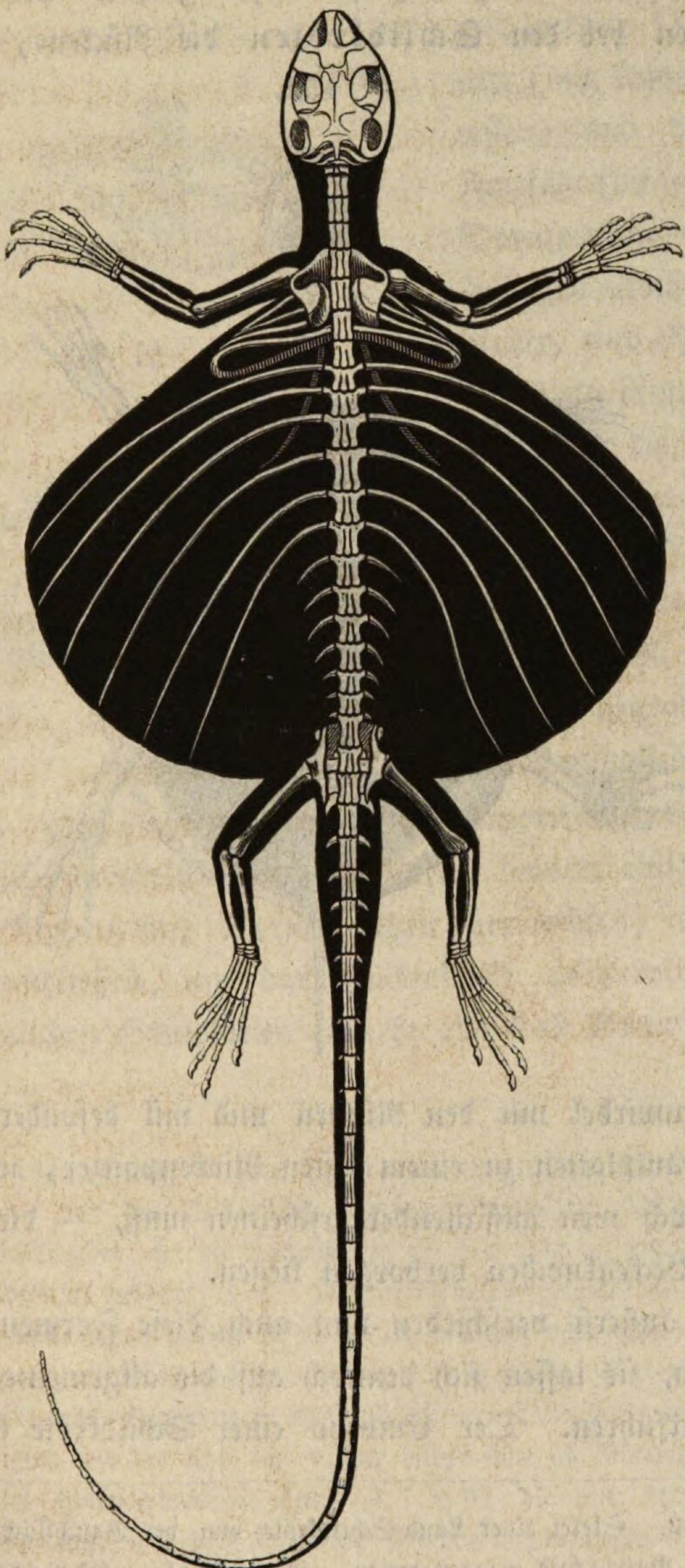
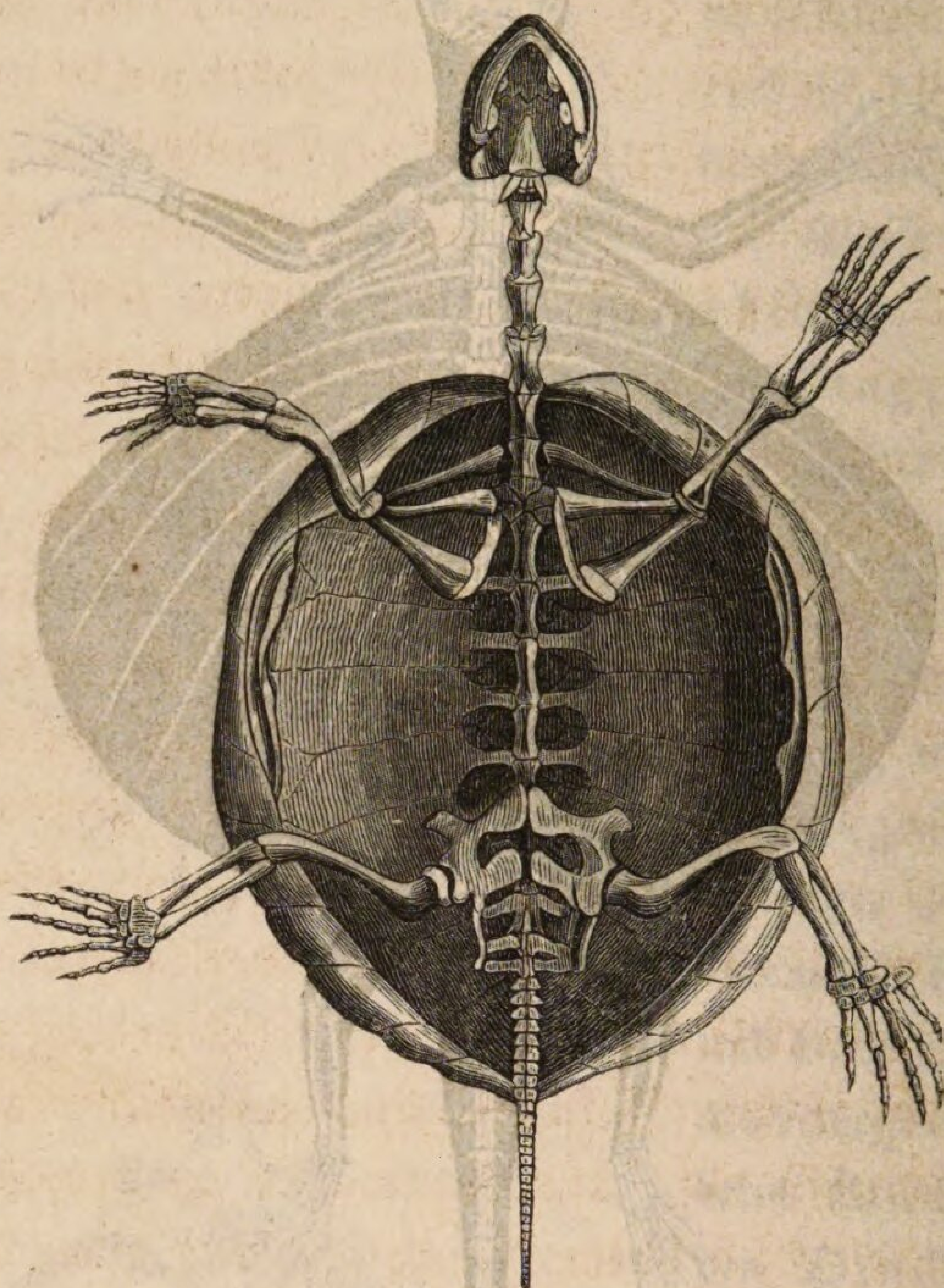


Fig. 151. Skelet eines Drachen, von der Rückenfläche gesehen. Natürliche Größe. (Originalzeichnung.)

Und im schroffen Gegensatz zu dieser großen Beweglichkeit verschmelzen bei den Schildkröten die Rücken=, Lenden=

152.



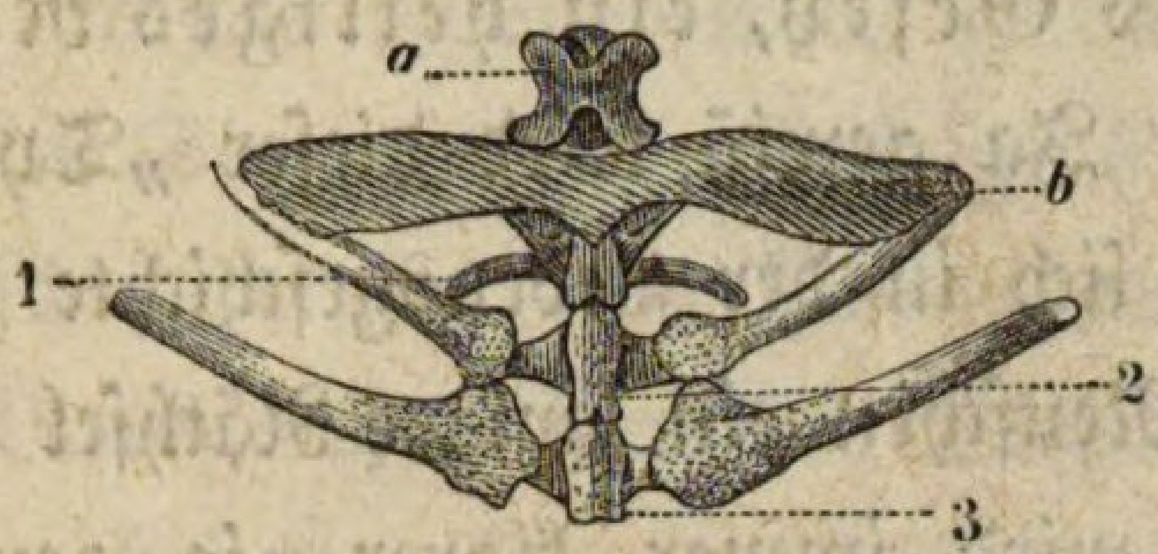
und Beckenwirbel mit den Rippen und mit besonderen knöchernen Hautplatten zu einem festen Rückenpanzer, worunter, — was noch weit auffallender erscheinen muß, — die Schulter= und Beckenknochen verborgen liegen.

Wie äußerst verschieden nun auch diese Formen erscheinen mögen, sie lassen sich dennoch auf die allgemeine Grundform zurückführen. Der Embryo einer Schildkröte sieht eine

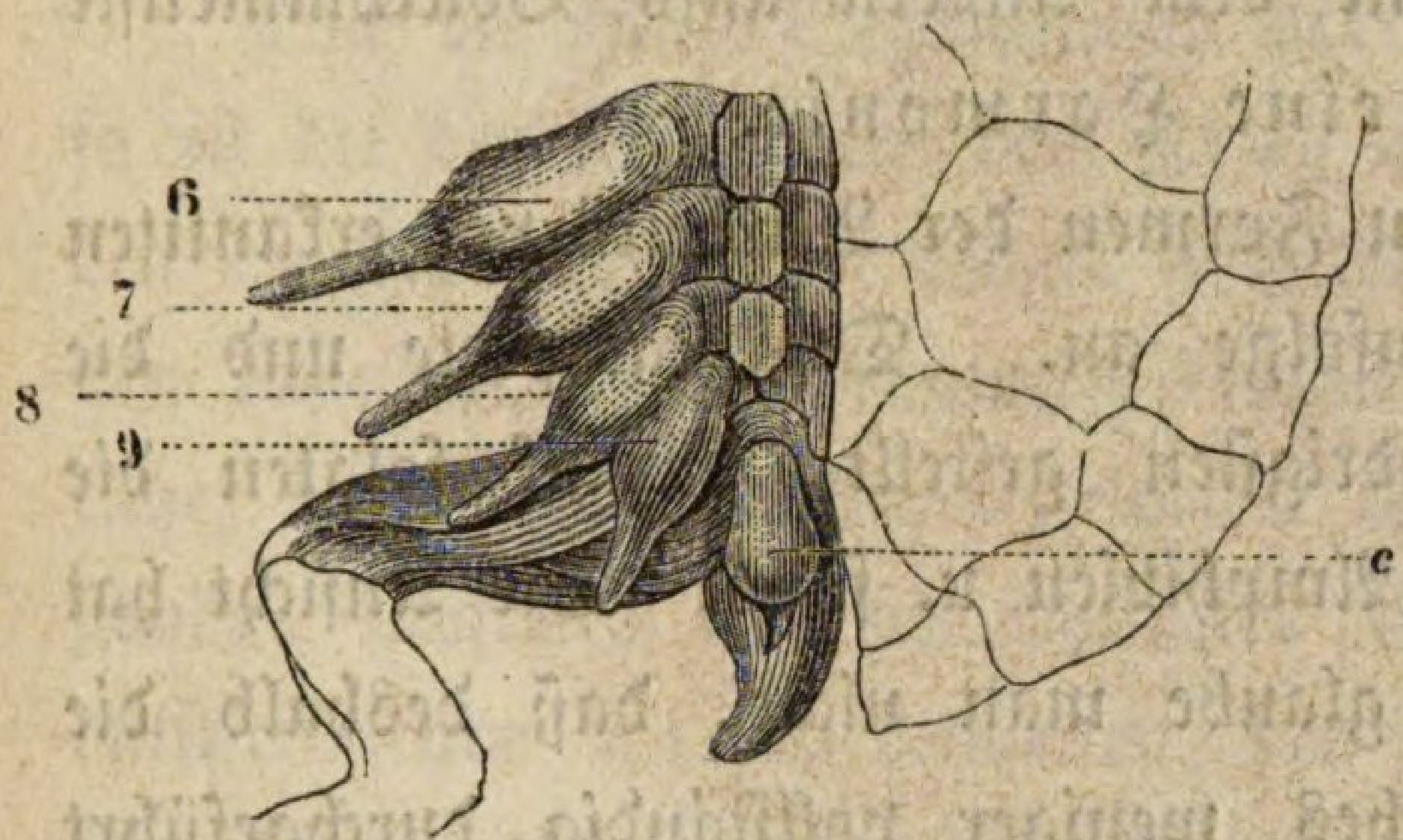
Fig. 152. Skelet einer Land=Schildkröte von der Bauchfläche gesehen, nachdem das Bauchschild weggenommen. (Nach Milne Edwards: Cours élémentaire d'histoire naturelle I. 1841 pg. 389).

Zeit lang durchaus wie ein Eidechsenembryo aus. Darauf

153.



154.



erst werden 1) alle Rippen (mit Ausnahme der ersten) und die oberen Fortsätze (die sogenannten Dornfortsätze) der Wirbelbogen allmählig immer breiter, und 2) die zweite und dritte Rippe so stark nach vorn, die beiden hintersten (die 8te und 9te) so stark nach hinten gerichtet, daß sie über die ursprünglich vor und hinter den Rippen liegenden Brust- und Bauchglieder hinüberwachsen. Eine Hautfalte überzieht die hervorwachsenden Rippen, und darin entwickeln sich Hautplatten, wovon einige mit den flachen Rippen und Dornfortsätzen verwachsen, andere sich ihnen anschließen, um das Rückenschild zu vervollständigen. Aus ähnlichen Hautplatten entsteht auch das Bauchschild.

Fig. 153. Bruchstück vom Skelet einer jungen Flußschildkröte (Trionyx gangeticus) von der Rückenfläche gesehen. Natürliche Größe. — a: der siebente Halswirbel; b: die Nackenplatte, die von oben her den hintersten oder achten Halswirbel bedeckt. 1—3: die drei ersten Rumpfwirbel mit ihren Rippen.

Fig. 154. Der hintere Theil des Leibes von einer jungen Flußschildkröte (Platemys Spixii) von der Rückenfläche gesehen. Linkerseits sind die Hautbedeckung, das Bindegewebe und die knöchernen Randplatten entfernt worden, um zu zeigen, wie die achte und neunte Rippe über die Rumpfhöhle und den Oberschenkel hinausgewachsen sind. 6, 7, 8, 9: die vier hinteren Rippen. c: die unpaarige über dem Kreuzbein liegende Ergänzungsplatte.

(Beide Figuren nach H. Rathke: über die Entwickelung der Schildkröten. 1848. Tab. 6, Fig. 14, und Tab. 5, Fig. 5.)

Auch in dieser Unähnlichkeit ist also noch eine und dieselbe Grundform nachzuweisen. Ein Gesetz giebt sich überall zu erkennen — ein „geheimes Gesetz, ein heiliges Räthsel", nennt es der Dichter. Ja gewiß wird dieser „Typus der Art", diese „Idee", die sich in der Lebensgeschichte jedes Organismus offenbart, dem Menschen ein ewiges Räthsel bleiben. Eins nur ist klar, und wird immer klarer, je genauer man nachforscht; nämlich die Zweckmäßigkeit jeder Form, jedes Gefüges, das Eine dem Andern aufs Vollkommenste entsprechend, das Ganze eine Harmonie.

In den verschiedenen Formen der Wirbelkörper erkannten wir eine gewisse Stufenfolge an. Die Lamprete und die Störe wurden am niedrigsten gestellt, darauf folgten die übrigen Fische, dann die Amphibien u. s. w. Die Ansicht hat ihre Richtigkeit. Nur glaube man nicht, daß deshalb die Organisation eines Fisches weniger vollständig durchgeführt sei, als die eines Vogels oder Säugethieres. Wenn im Rückgrat eines Fisches die ursprünglich den Wirbelthieren gemeinsame Form beibehalten wird, so ist eben diese ursprüngliche Form auch diejenige, die dem Bedürfnisse des Thieres am besten entspricht. Und dies ist hier gar nicht schwer nachzuweisen. Die ganze Fischorganisation ist nämlich aufs Leben im Wasser, aufs Schwimmen abgesehen. Beim Schwimmen wird aber der Fischkörper nicht durch die Bewegungen der Seitenflossen, sondern durch die des Schwanzes fortgetrieben, und dabei verhält sich der Rückgrat wie eine elastische Stange, die durch die Kraft der Seitenmuskeln hinten abwechselnd rechts und links angespannt und losgeschnellt wird. Nicht etwa leicht drehbar in jeder Richtung, wie der einer Schlange; nein steif und elastisch wie eine Springfeder sollte der Rückgrat eines Fisches sein, und das ist eben der Rückgrat in jedem Fisch, im Stör nicht weniger als in jedem andern.

Jene „unvollkommenen" Formen des Fischskeletes sind also für das Fischleben die zweckmäßigsten, von dem teleologischen Standpunkte aus folglich vollkommen wie alle organische Formen ohne Ausnahme. Indem wir nun noch auf die Bewegungsorgane der Vögel und der Säugethiere hinzublicken haben, thun wir es doch lieber zunächst immer von diesem Standpunkte aus!

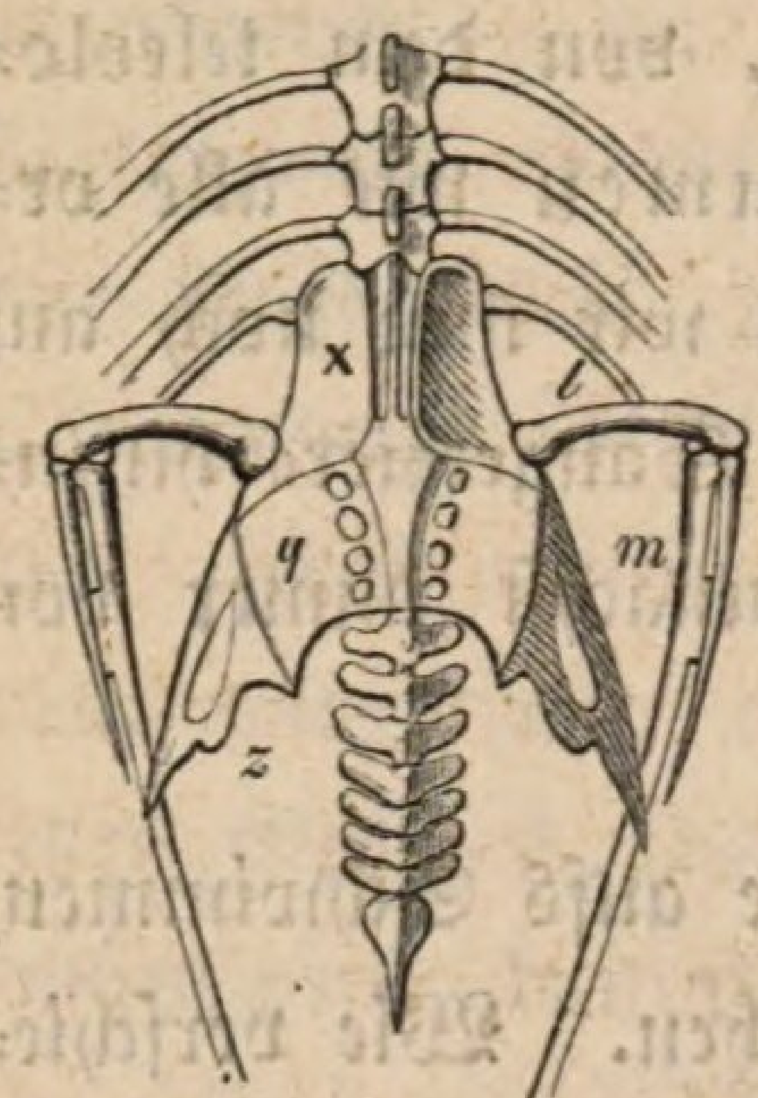
Wie die ganze Organisation der Fische aufs Schwimmen, so ist die der Vögel auf den Flug abgesehen. Wie verschieden die Lebensweise der Vögel auch sein mag — denn unter ihnen befinden sich ja bekanntlich blutgierige Raubthiere und friedliche, dem idyllischen Leben geweihte Sänger; kletternde, springende, laufende und schwimmende Geschöpfe, — alle daraus entspringende Verschiedenheiten der Organisation sind doch nur Abänderungen der Gesammtform, die als Typus der fliegenden Thiere aufzustellen ist.

Beim Fluge wird der Vogelkörper durch den Flügelschag wie durch die Luft gerudert; der Schwanz dient ihm als ein Steuerruder, die Kraft des Flügelschlages liegt in den Muskeln, deren Fleischkörper am Brustkasten, deren Flechsen an den Flügelknochen befestigt sind. Zur kräftigen Wirkung der Flugmuskeln mußte der ganze Rumpftheil des Rückgrates, der ihnen zur Stütze dient, fest und unnachgiebig sein; um als Flügel zu dienen, mußten die Brustglieder für diesen Zweck einzig und allein ausgebildet werden; zum Gehen, Klettern, Laufen oder Schwimmen konnten nur die Bauchglieder, zum Ergreifen des Futters hauptsächlich die Kiefer in der Form eines starken Schnabels verwendet werden.

Der Rumpftheil des Rückgrates, der den Flugmuskeln zur Stütze dient, mußte fest und unnachgiebig sein. Also sind

denn die Becken- und Lendenwirbel unbeweglich mit einander verbunden, und die Hüftknochen nicht nur mit ihnen, sondern sogar (x) mit den unteren Brustwirbeln verschmolzen. Um als Steuerruder zu dienen, ist der Schwanz kurz, aus starken, breiten Wirbeln zusammengesetzt, von denen noch der letzte ganz besonders entwickelt ist, um nicht nur den Schwanzfedern, sondern auch noch einer besonderen Talgdrüse (Pürzeldrüse genannt) als Stütze zu dienen.

155.

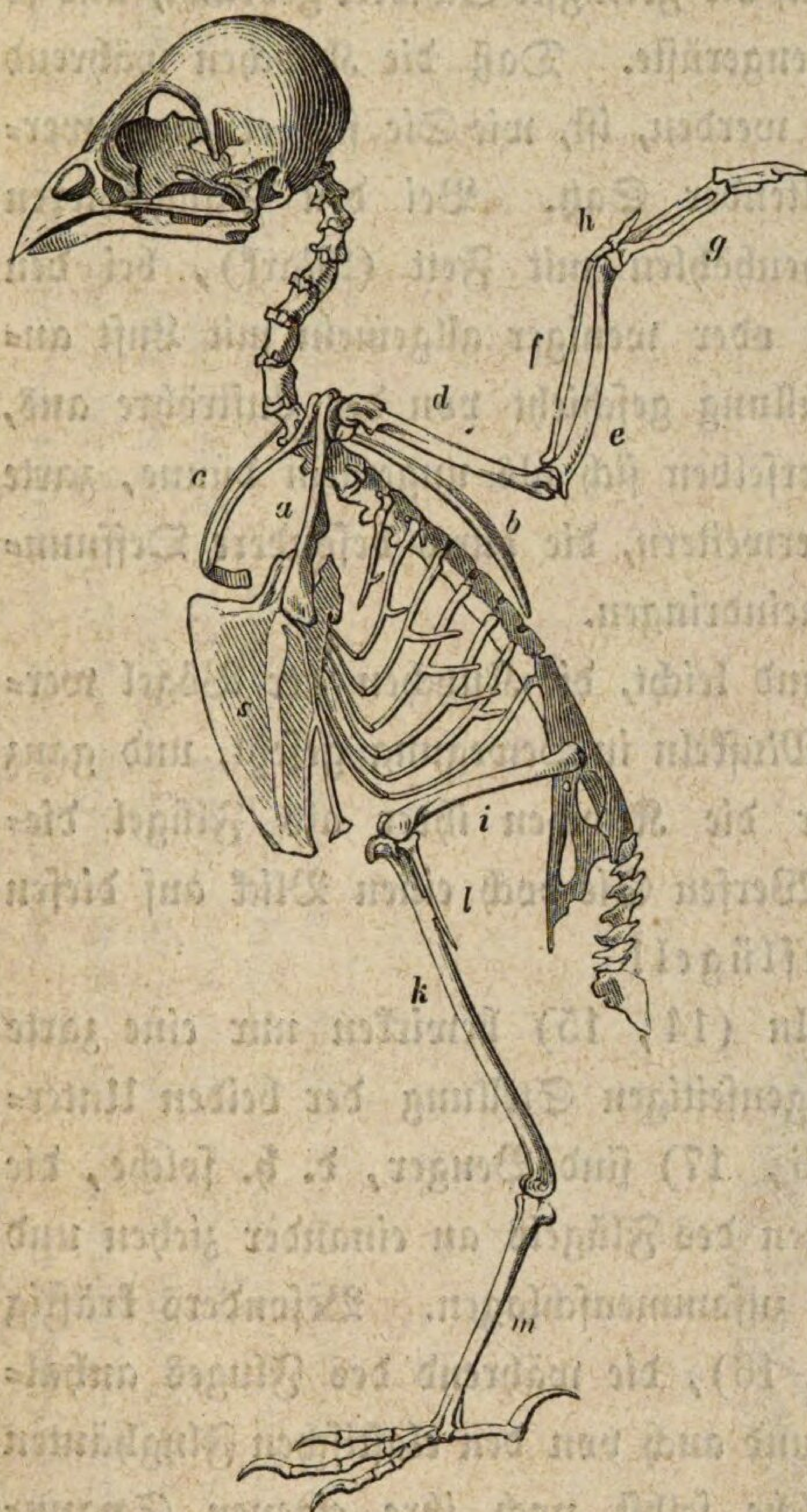


Indem seine Brustglieder ganz und gar für den Flug in Anspruch genommen, tritt der Vogel, nicht weniger als der Mensch, beim Gehen nur auf den Füßen, und zwar in der Regel nur auf den Zehen (wie dies auch bei den meisten Säugethieren der Fall ist). Die Mittelfuß- und Fußwurzelknochen sind ins Gesammt in einem einzelnen langen Knochen (m) dargestellt; das Wadenbein ist verkümmert, das Schenkelbein (i), wie bei den meisten Säugethieren, stark in die Höhe gezogen und vom Fleische wie versteckt.

Im Gegensatz zum mittleren Theile des Rückgrates, sind die Halswirbel zahlreich und ungemein beweglich mit einander verbunden. So mußte es sein, damit der Schnabel, trotz der Steifheit der Brust- und Lendengegend, bis an die Zehen, ja mitunter noch tiefer (wie beim Schwan), und über den ganzen Rücken langen könne. Die Rippen sind mit eigenthümlichen Fortsätzen versehen, wodurch sie dachziegelförmig

Fig. 155. Der hintere Theil des Rückgrates eines Sperlings. l: das Schenkelbein; m: das Schienbein mit dem angewachsenen Wadenbein; x: der obere Theil des Hüftknochens, an den Rückgrat bis über die letzten Brustwirbel festgewachsen; y: der untere Theil des Hüftknochens, mit den Beckenwirbeln verwachsen; z: das Sitzbein. — (Originalzeichnung.)

156.



auf einander liegen; ihr Brustbeinende ist knöchern. Zur Befestigung der ungemein zahlreichen Fleischfasern, die die Schwingungen der Flügel ausführen, ist das breite **Brustbein** mit einem meist außerordentlich starken Kamm versehen, wodurch es ein ganz eigenthümliches Aussehen erhält. Während die beiden **Schlüsselbeine** als **Gabelknochen** (c) verschmolzen sind, ist zur Befestigung der Schulterknochen ans Brustbein ein eigener Fortsatz (a) des Schulterblattes ganz besonders ausgebildet. Das **Schulterblatt** selbst (b) ist einfach, lang und schmal. Von den Armknochen endlich sind besonders die Handknochen in einfache Stützen für die Schwungfedern verwandelt.

Fig. 156. Skelet des Sperlings. — a: Hakenschlüsselbein (os coracoideum); b: Schulterblatt, c: Gabelknochen (Schlüsselbein), d: Oberarmbein, e: Ellenbogenröhre (ulna), f: Speiche (radius); g: Mittelhandknochen; h: Daumenknochen. — i: Schenkelbein; k: Schienbein; l: Wadenbein; m: die zu einem Knochen verschmolzenen Fußwurzel- und Mittelfußknochen. (Originalzeichnung.)

Um in die Luft gehoben zu werden, ist der Vogelorganismus in allen seinen Theilen auf die geringste Schwere gebracht, und so zumal in seinem Knochengerüste. Daß die Knochen während ihres Wachsthums hohl werden, ist, wie Sie sich erinnern werden, ein allgemein geltender Satz. Bei den Säugethieren werden aber die Knochenhöhlen mit Fett (Mark), bei den Vögeln hingegen mehr oder weniger allgemein mit Luft angefüllt. Ihre Luftanfüllung geschieht von der Luftröhre aus, indem einige Zweige derselben sich als ungemein dünne, zarte Blasen oder Säckchen erweitern, die durch besondere Oeffnungen in die Knochen hineindringen.

Wenngleich hohl und leicht, die Knochen der Vögel werden doch durch kräftige Muskeln in Bewegung gesetzt, und ganz besonders gilt dies für die Knochen ihrer als Flügel dienenden Brustglieder. Werfen Sie doch einen Blick auf diesen auspräparirten Falkenflügel!

Einige der Muskeln (14, 15) bewirken nur eine zarte Veränderung in der gegenseitigen Stellung der beiden Unterarmknochen; andere (16, 17) sind Beuger, d. h. solche, die die einzelnen Abtheilungen des Flügels an einander ziehen und also den ganzen Flügel zusammenschlagen. Besonders kräftig sind die Strecker (1, 7, 16), die während des Fluges anhaltend in Thätigkeit sind und auch von den elastischen Flughäuten unterstützt werden, welche selbst noch ihre eigenen Spannmuskeln (11, 12, 13) besitzen. Am allerkräftigsten jedoch sind immer noch die den Flügelschlag bewirkenden Brustmuskeln, besonders der große Brustmuskel, der hier weggenommen worden, um die unterliegenden kleineren Muskeln an den Tag zu bringen, den Sie aber Alle bereits kennen, indem er das Meiste von der dicken Fleischmasse ausmacht, die das Brustbein an jeder Seite des Kammes bedeckt, und dabei oft zugleich das Meiste von allem Fleische des Vogels.

157.

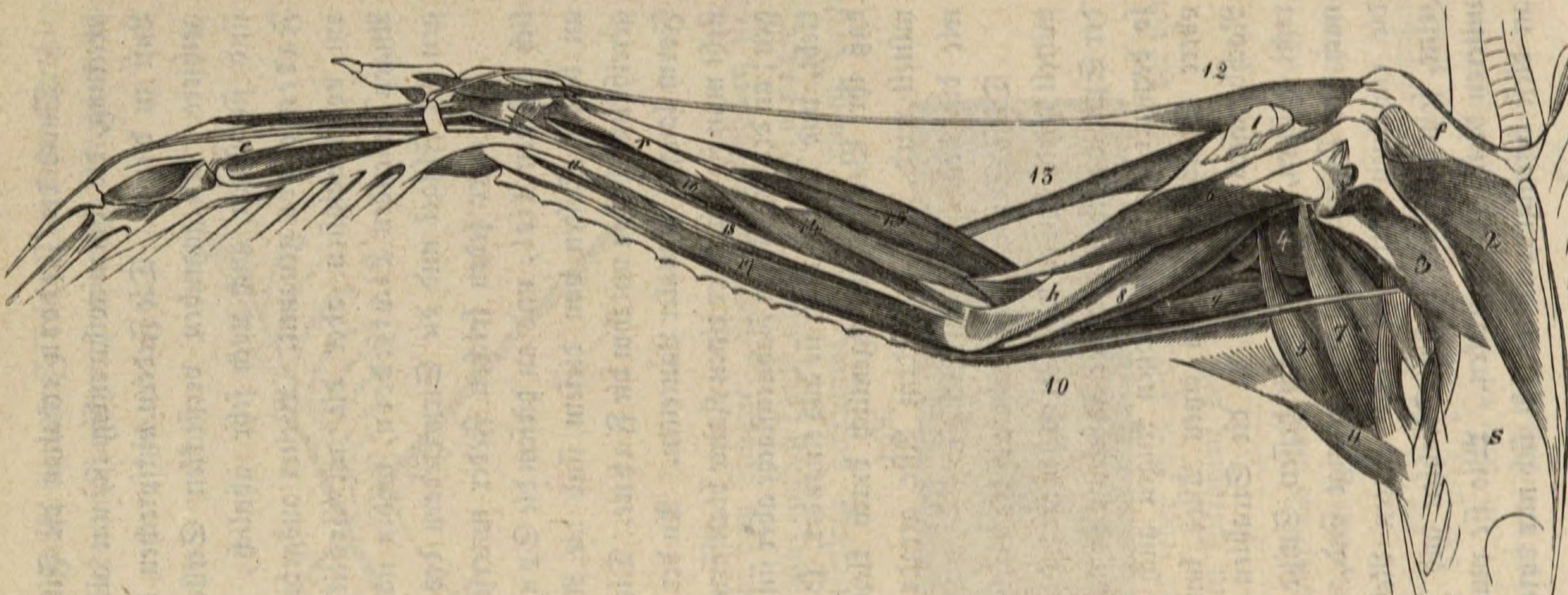


Fig. 157. Muskeln am rechten Flügel eines Falken. (Nach Carus: Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. 1 Heft. 1828. Taf. 5, Fig. 1.) — S: Brustbein. f: Gabelknochen; h: Oberarmbein; u: Ellenbogenröhre; r: Speiche; c: Mittelhandknochen. — 1: das obere Ende von dem abgeschnittenen großen Brustmuskel; 2: mittlerer Brustmuskel; 3: kleiner Brustmuskel; 4: oberes Ende vom breiten Rückenmuskel; 5: der sogenannte große runde Muskel; 6: zweiköpfiger Vorderarmbeuger; 7: Obergrätenmuskel; 8 und 9: dreiköpfiger Vorderarmstrecker; 10: Spannmuskel der unteren Hautfalte am Oberarm; 11, 12 und 13: Streckmuskeln der hinteren und vorderen Flughaut; 14 und 15: zwei Vorwärtsdreher (pronatores) und zwei Rückwärtsdreher (supinatores) des Vorderarms; 16: Strecker, 17: Beuger der Mittelhand; 18: Spanner der Flechsenhaut an der Hand.

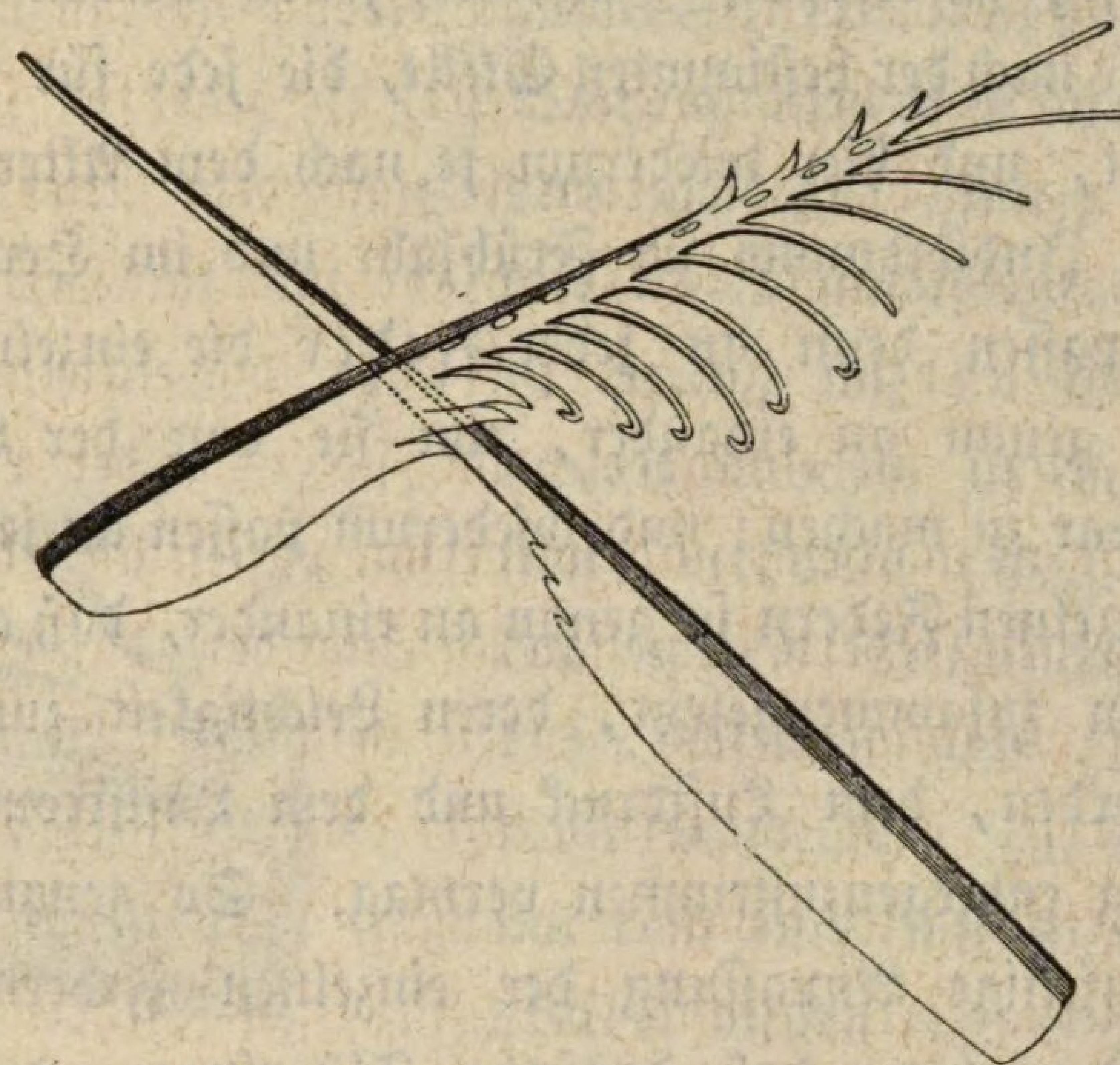
Durch die **Federn** erhalten die Flügel die große Ausstreckung, die ihnen nothwendig ist, um als Ruderorgane in der Luft zu dienen. Die Federn entsprechen den Haaren der Säugethiere. An manchen versteckten Stellen des Vogelkörpers sind sie ihnen auch noch sehr ähnlich, und werden alsdann **Fadenfedern** genannt. Weiter ausgebildet sind die **Dunen**, am vollständigsten aber die am Vogelkörper zunächst in die Augen fallenden **Lichtfedern**, wohin namentlich die Schwingen der Flügel und die Steuerfedern des Schwanzes gehören.

An einer jeden solchen Feder unterscheidet man bekanntlich erst den **Kiel**, und an diesem die **Spuhle** und den **Schaft**; an beiden Seiten von diesem sind die **Aeste** der Feder aufgereiht und bilden mit ihm die **Fahne**. Die Aeste haben etwa die Form langer, schmaler Lancetten. An der Hohlfläche der Fahne sieht man sie mit ihrer einen Kante blattförmig neben einander liegen; an der gewölbten Fahnenfläche aber sind sie wie zusammengeklebt, und trennt man sie aus einander, so bemerkt man gleich, daß ihre Verbindung eigentlich durch kleine Seitenzweige vermittelt wird, die an jedem Aste gerade so aufgereiht sitzen, wie die Aeste selbst am Schaft.

Diese Seitenzweige, wodurch die Verbindung der Aeste vermittelt wird, heißen die „**Strahlen**". Hält man eine Feder mit der Spuhle nach unten, der Fahnenspitze nach oben vor sich hin, so bemerkt man mit bloßen Augen auch wohl noch, daß die obere Strahlenreihe des einen Astes immer die untere des Nachbarastes deckt; und da die Strahlen dem Aste nicht senkrecht ansitzen, vielmehr nach dessen Spitze (wie die Aeste selbst nach der Fahnenspitze) hin geneigt sind, so ist es klar, daß die einzelnen Strahlen einer oberen Reihe nicht über einzelne, sondern über mehre Strahlen aus der entgegengesetzten unteren Reihe sich erstrecken. Wie sie nun aber dabei zugleich an diese befestigt werden, läßt sich nur durchs Mikroskop erken-

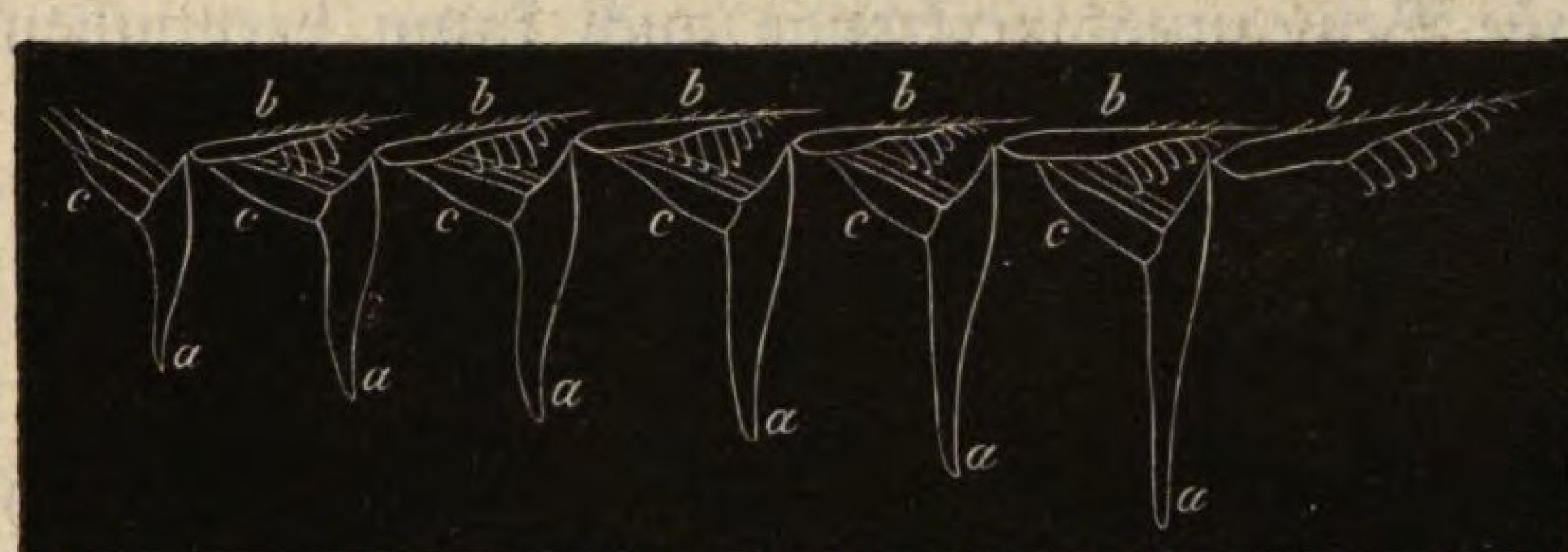
nen. Es geschieht mittelst eigener Fädchen, die den Strahlen jeder oberen Reihe eben so ansitzen, wie die Strahlen den

158.



Aesten, und die Aeste dem Schafte. Von diesen Fädchen sind nämlich einige zwar ganz einfach (man nennt sie „Wimpern"), andere jedoch hakenförmig gekrümmt, und mit einem dieser

159.



Häkchen umklammert jeder obere Strahl jeden einzelnen der von ihm gedeckten unteren Strahlen des Nachbarastes.

Fig. 158. Ein Strahl aus beiden Reihen der Aeste einer Gänsefeder. Stark vergrößert. (Nach Burmeister in: Nitzsch System der Pterylographie. 1840. Taf. 1, Fig. 4.)

Fig. 159. Querschnitt von 6 Aesten einer Gänsefeder, mäßig vergrößert. a, a: Schnittfläche der Aeste selbst; b, b: Aeste der oberen (der Fahnenspitze zugekehrten) Reihe; c, c: Aeste der unteren (der Spuhle zugekehrten) Reihe. (Nach Burmeister wie Fig. 158. Taf. 1, Fig. 3.)

So zierlich zusammengesetzt sind jene Federn, die an jedem Vogel zweimal im Jahre ausfallen, um von neuen, ähnlich gebauten ersetzt zu werden, — ähnlich, jedoch überall verschieden gebauten, je nach der bestimmten Stelle, die jede für sich einzunehmen hat, und hier wiederum je nach dem Alter und Geschlecht des Individuums im Frühjahr und im Herbst.

Also passen denn an jeder Feder die einzelnen Theile hinlänglich genau an einander, um sie von der Luft kaum durchdringbar zu machen; und wiederum passen an jedem Flügel die einzelnen Federn so genau an einander, daß er, obgleich aus Theilen zusammengesetzt, deren Leichtigkeit zum Sprichwort geworden, dem Luftdruck und dem Luftstrom sich dennoch kräftig entgegenzustemmen vermag. So genau ist ferner diese gegenseitige Anpassung der einzelnen Federn und der ganzen Federreihen, daß dasselbe Flügelpaar, durch dessen Entfaltung der Vogelkörper eine vielfach größere Breite erhält, zusammengeschlagen dennoch dem Körper so dicht anliegt, daß man an den überall abgerundeten, schönen Formen dergleichen große Bewegungswerkzeuge auch kaum vermuthen sollte.

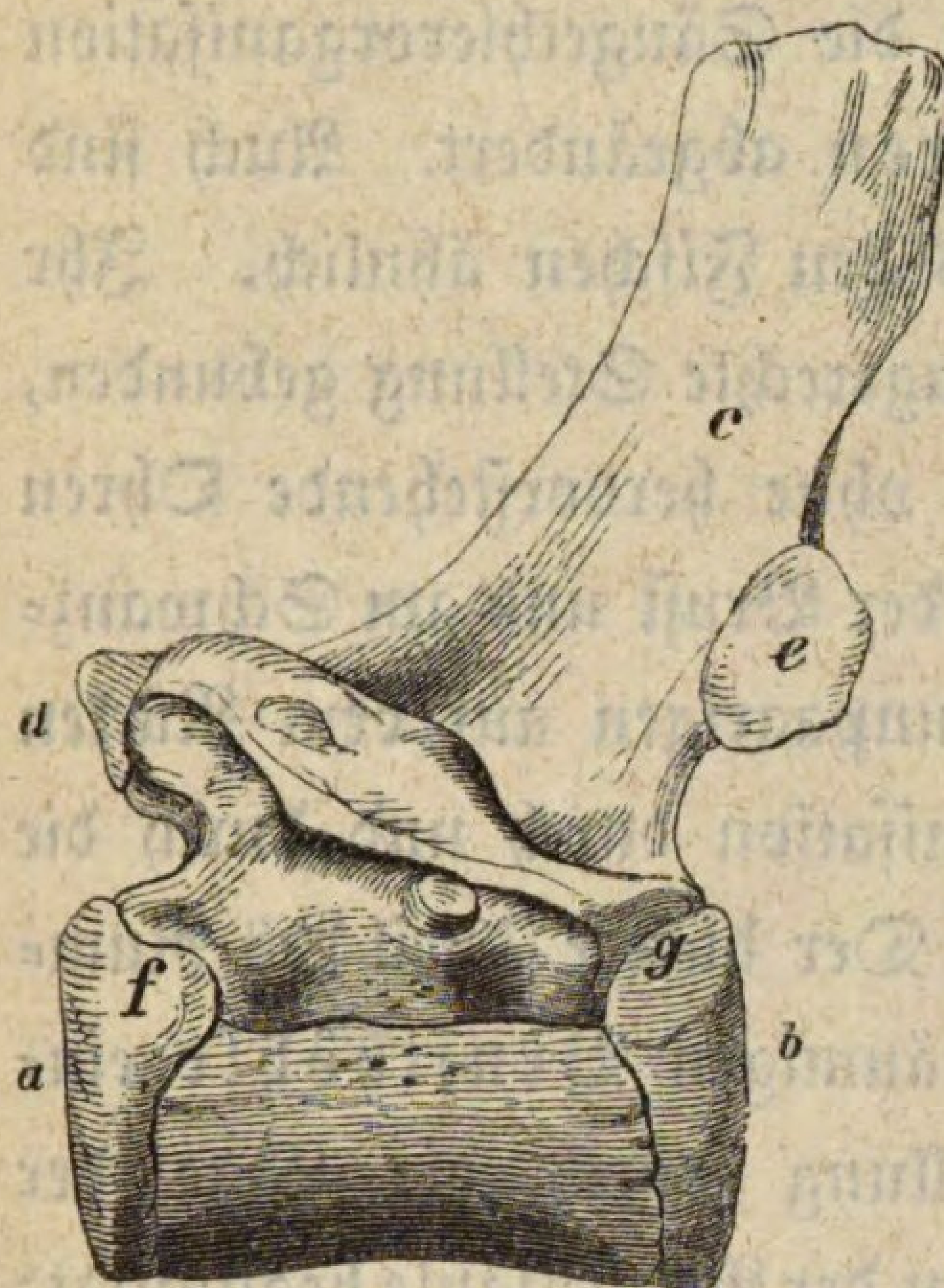
e. Bewegungsorgane der Säugethiere.

Bei den Säugethieren sind die Bewegunsorgane, wie die Lebensweise, so mannichfaltig verschieden, daß es fast scheint, als sollten alle die früheren Formen als Abänderungen einer neuen Hauptform wiederholt werden.

Der vollentwickelte Schultergürtel der Säugethiere besteht nur aus zwei paarigen Knochen: dem Schulterblatte und dem Schlüsselbein; die Brust- und Bauchglieder enthalten dieselben Knochen als die der Vögel, jedoch ist die Fußwurzel aus mehren (bis 7 oder 8) Knochen zusammengesetzt, der Mittelfuß immer von ihm gesondert. Das Brustbein ist schmal,

die Rippen decken sich nicht gegenseitig. An einem vollentwickelten Säugethierwirbel hat man zuvörderst den **Körper** und den **Bogen**, außerdem aber eine vordere und eine hintere **Platte** (a und b) zu unterscheiden, die sich zu jenen, wie die Endstücke der langen Knochen zu ihrem Mittelstücke verhalten (Pag. 25). An den oberen Seitenflächen (f, g) dieser Platten sind die Rippenköpfe eingelenkt. Zur Verbindung mit dem vor- und hinterliegenden Wirbel dienen die Gelenkfortsätze (d und e), zum Ansatze der Rückenmuskeln der Dornfortsatz (c) und mehre andre Erhöhungen. Das Rückenmark liegt auf der oberen Fläche des Wirbelkörpers (o), vom Wirbelbogen gedeckt.

160.



161.

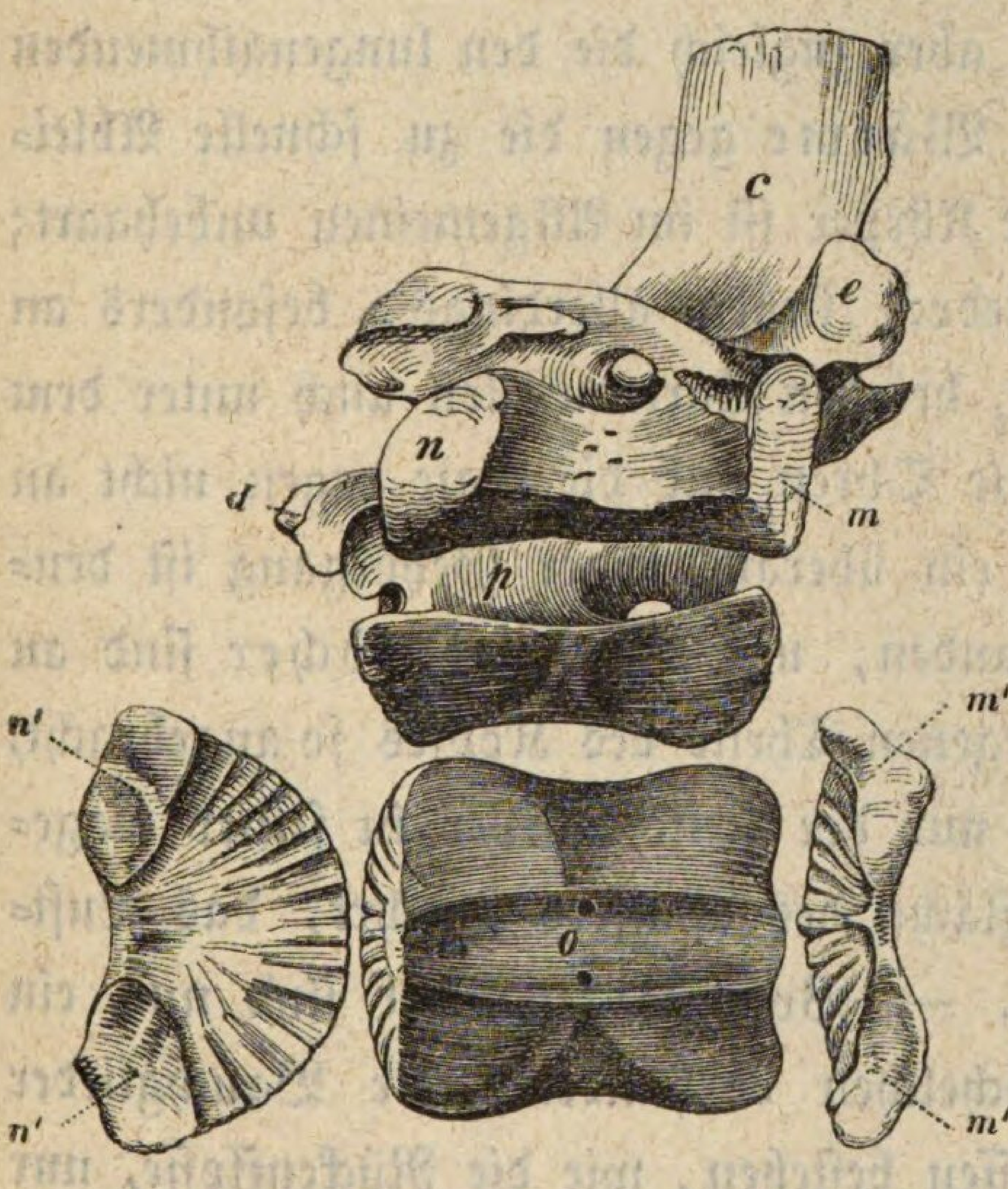
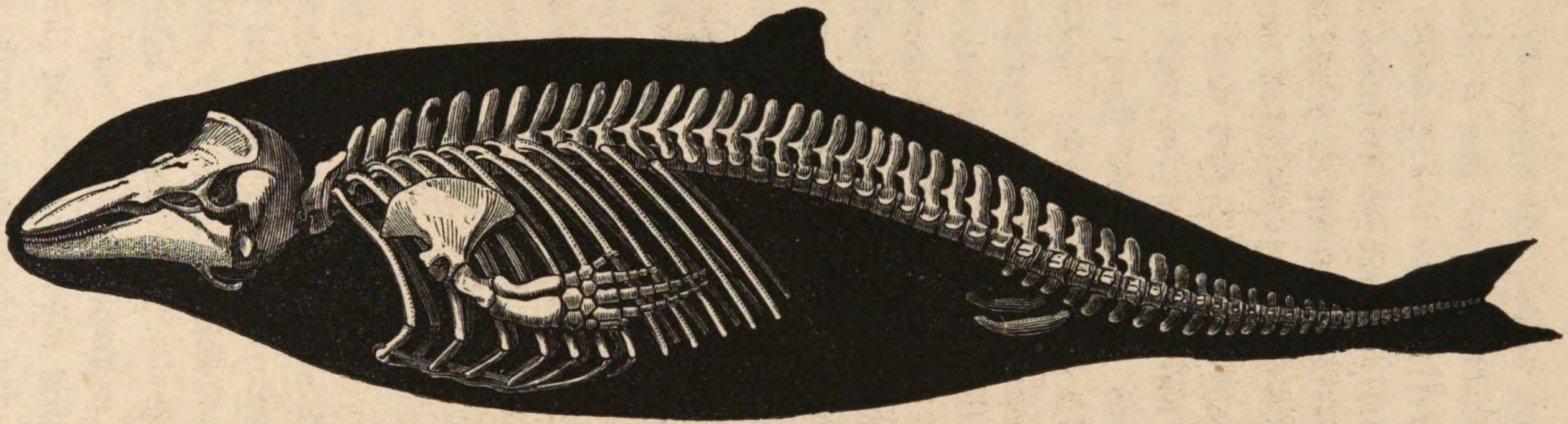


Fig. 160 und 161. Der 11te Rückenwirbel von einem jungen Schwein. a und b: die vordere und hintere Platte des Wirbelkörpers; c: der Dornfortsatz; d und e: die zur Verbindung mit dem vor- und hinterliegenden Wirbel dienenden Gelenkflächen; f und g: Gelenkflächen für die 11te und 12te Rippe; m und n: rauhe Flächen am Bogen des Wirbels zur Verbindung mit den entsprechenden Flächen (m′, m′ und n′, n′) an den Endplatten; o: Boden, p: rechte Seitenwand der Rückgratshöhle. (Originalzeichnungen.)

Betrachten wir jetzt die Abänderungen dieser Säugethierformen, je nach der verschiedenen Lebensweise.

Fürs Leben im Wasser ist die Säugethierorganisation ganz besonders bei den Wallthieren abgeändert. Auch sind diese Thiere im Aeußeren allerdings den Fischen ähnlich. Ihr Körper ist spindelförmig, auf die wagerechte Stellung gebunden, steif, straff und glatt, unbehaart, ohne hervorstehende Ohren oder Nase; mit paarigen Flossen an der Brust und am Schwanzende, meist auch noch mit einer unpaarigen auf dem Rücken versehen. Dennoch ist ihre Organisation durch und durch die der Säugethiere im Allgemeinen. Der dickere Theil des Rumpfes wird hauptsächlich von der geräumigen Brusthöhle eingenommen, die wagerechte Stellung durch die Lage der großen, lufthaltigen Lungen dicht an der Wirbelsäule begünstigt; die Straffheit und Glätte des Körpers rührt größtentheils von einer ungemein dicken, jede Faltung der Haut verhindernden Fettschicht her, wodurch aber zugleich die den lungenathmenden Thieren eigenthümliche Wärme gegen die zu schnelle Ableitung geschützt ist. Der Körper ist im Allgemeinen unbehaart; einzelne steife Haare jedoch stehen allerdings, besonders an jungen Individuen über, bei den Bartenwallen auch unter dem Maule aufgereiht. Die Ohren und die Nase ragen nicht an der Oberfläche hervor; ein überaus enger Gehörgang ist dennoch in der That vorhanden, und die Nasenlöcher sind an dem hinteren, höchstgelegenen Theile des Kopfes so angebracht, daß durch sie, so wie nur der steife Körper in seiner wagerechten Lage die Oberfläche des Wassers berührt, das Luftschöpfen eintreten kann. — Vom Beckengürtel sind nur ein oder zwei Paar Knöchelchen vorhanden, die Bauchglieder fehlen, die Schwanzflossen bestehen, wie die Rückenflosse, nur aus festem Sehnengewebe, von einer dicken Fettschicht und von der Haut bekleidet; die Brustflossen aber enthalten die den

162.



163.

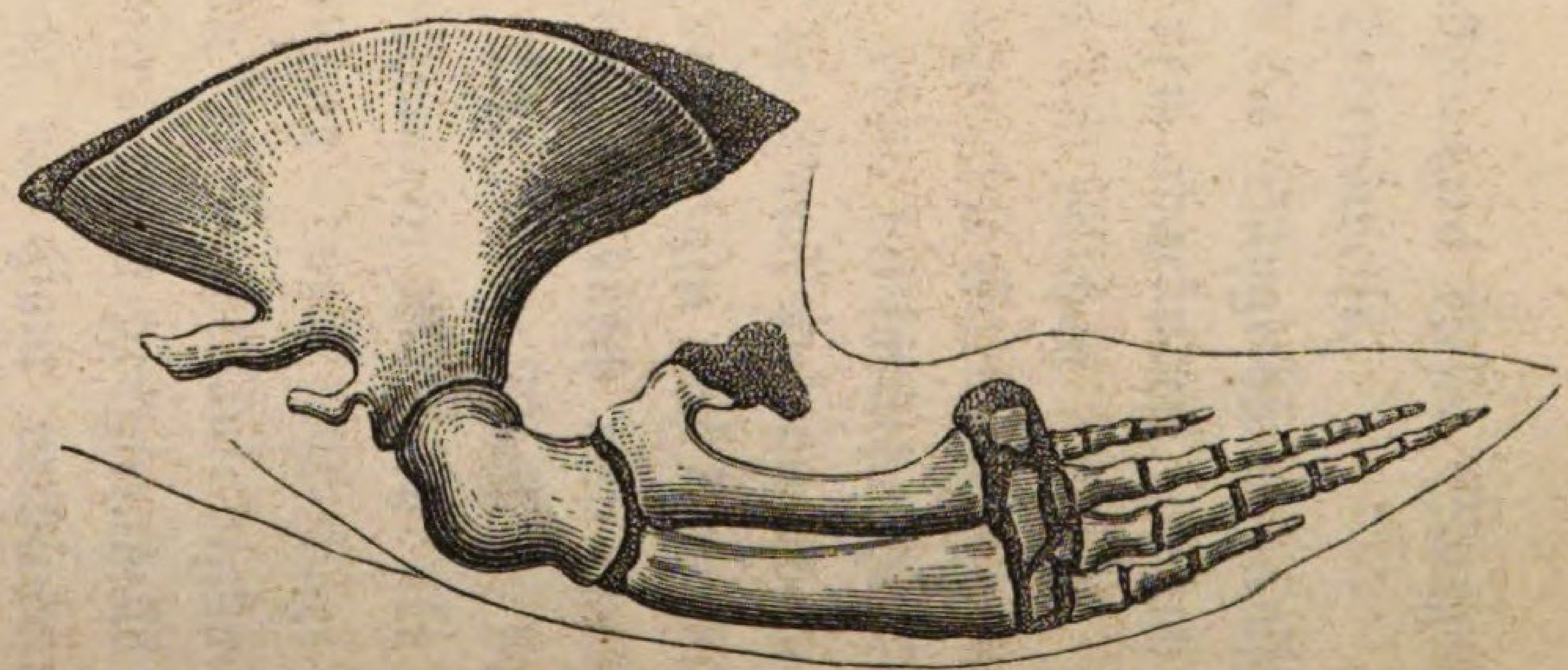


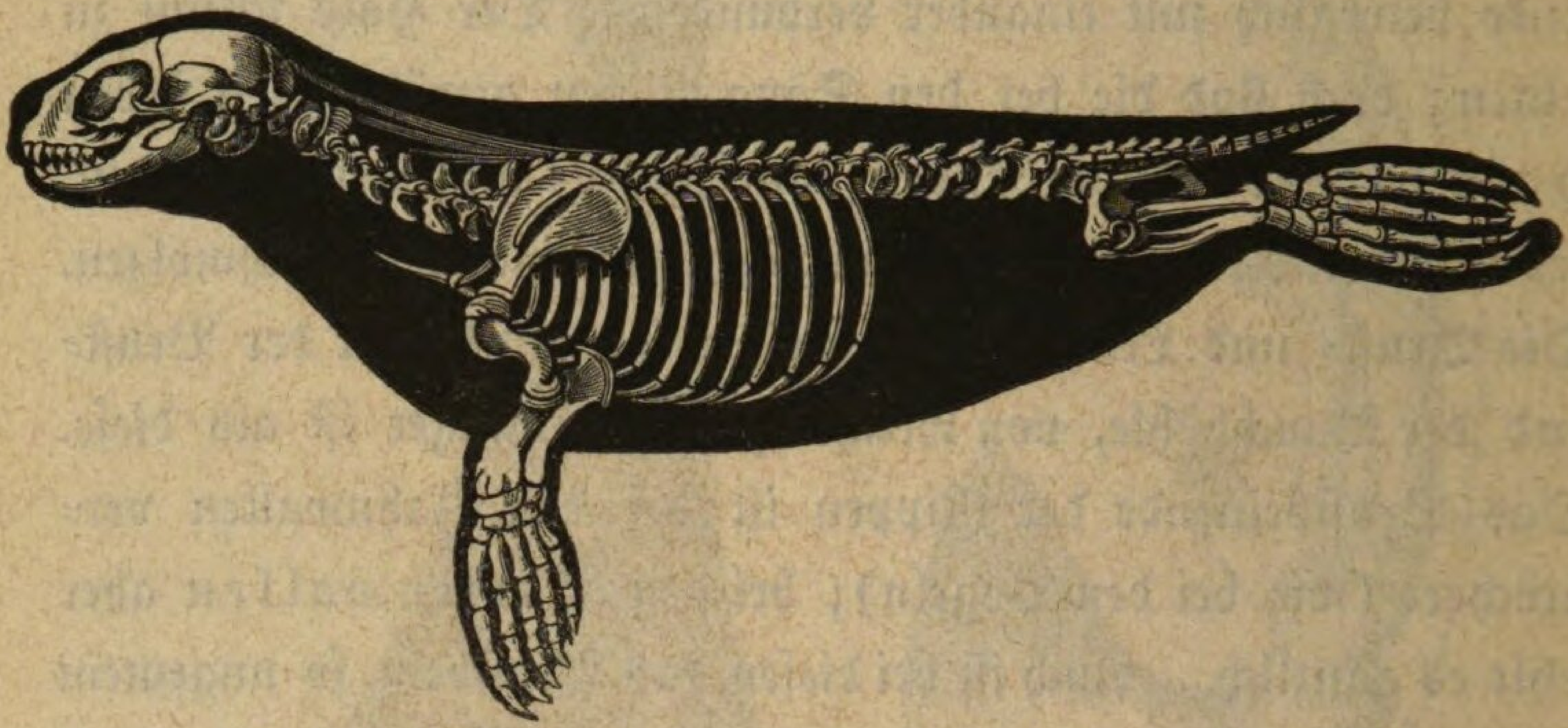
Fig 162. Skelet des Braunfisches oder gemeinen Meerschweines, etwa 12mal verkleinert (Originalzeichnung.) — Fig. 163. Linkes Brustglied von einem $34\frac{1}{2}''$ langen Fötus des Zwergwalls (Pterobalæna minor), in halber Größe. (Nach einer Originalzeichnung in meinem Werke: über die nordischen Wallthiere. 1. Taf. 7. Fig. D.)

Säugethieren im Allgemeinen zukommenden Knochen, alle leicht zu erkennen, wenngleich abgeplattet und nur im Schultergelenke beweglich mit einander verbunden. Der Hals scheint zu fehlen; doch sind die bei den Säugethieren gewöhnlichen sieben Halswirbel alle vorhanden; nur sind sie ungemein verdünnt, bei manchen Arten mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Die Brust- und Lendenwirbel wölben sich sanft über der Brust- und der Bauchhöhle, von welchen jene geräumiger ist als diese. Das Brustbeinende der Rippen ist bei den Zahnwallen verknöchert (wie bei den Vögeln); bei den Bartenwallen aber fehlt es gänzlich. Auch ist bei diesen das Brustbein so ungemein klein, daß es nur der ersten Rippe zum Ansatze dient, und die Verbindung aller Rippen mit den Wirbeln so nachgiebig, daß sie der Ausdehnung der Brusthöhle keine Schranken setzt. Und so mußte es wohl sein; denn aufs Reichlichste haben diese Säugethiere sich mit Luft zu versehen, wenn sie in die Meerestiefe hinabsteigen. Bei der ganz ungewöhnlichen Beweglichkeit der Rippen ist dennoch ihre Befestigung sattsam gesichert; denn ihre Sehnenbänder sind dick und stark, und die der ersten Rippe nicht nur an den ersten Rückenwirbel, sondern auch noch an die hinteren sechs Halswirbel befestigt. — Der Schwanz ist elastisch wie der der Fische. Seine Elasticität liegt in der dicken, zwischen die Wirbel eingeschobenen Masse von elastischem Binde- und Knorpelgewebe, seine Kraft aber in den Muskeln, die, an beiden Seiten des Körpers gelagert, an den ungemein starken, breiten Quer- und Dornfortsätzen einen eben so festen Anhalt haben, als die Brustmuskeln des Vogels an den Seitenflächen und dem Kamm des Brustbeins.

Sehr geschickte Schwimmer, wenn auch lange nicht wie die Wallthiere, sind auch noch die Seehunde. Sie werden durchs Wricken der flossenähnlichen Hinterbeine fortgeschoben; die Vorderbeine dienen ihnen theils zum Steuern, theils zum

Anklammern und zum Fortkriechen auf festem Boden. Um

164.



Athem zu schöpfen wird der Kopf namentlich mittelst des elastischen Nackenbandes stark in die Höhe gehoben.

Wie die Wallthiere und die Seehunde durchs Wasser, so bahnen die Fledermäuse durch die Luft, der Maulwurf durch die Erde sich den Weg. Wenn aber der Wirbelthierkörper durchs Wasser am vortheilhaftesten immer von hinten fortgeschoben wird, so wird er es durch die Luft und die Erde mittelst ruderförmiger Bewegungen der Brustglieder.

Bei den Fledermäusen sind also, wie bei den Vögeln, die Brustglieder als Flügel ausgebildet. Die Federn jedoch, denen die Vogelflügel ihre große Ausbreitung verdanken, gehören nicht zum Typus der Säugethiere, und somit ist die nöthige Ausbreitung der Brustglieder durch eine ungemein starke Verlängerung aller Arm- und Fingerknochen bewerkstelligt, während eine mit der Schwimmhaut der Seehunde vergleichbare Hautfalte, die „Flughaut" genannt, zwischen ihnen ausgespannt und außerdem noch an die Bauchglieder und den Schwanz befestigt ist.

Fig. 164. Skelet eines Seehundes. (Nach M. Edwards: cours élémentaire d'histoire naturelle. 1841. pg. 211, mit einigen Aenderungen.)



165.

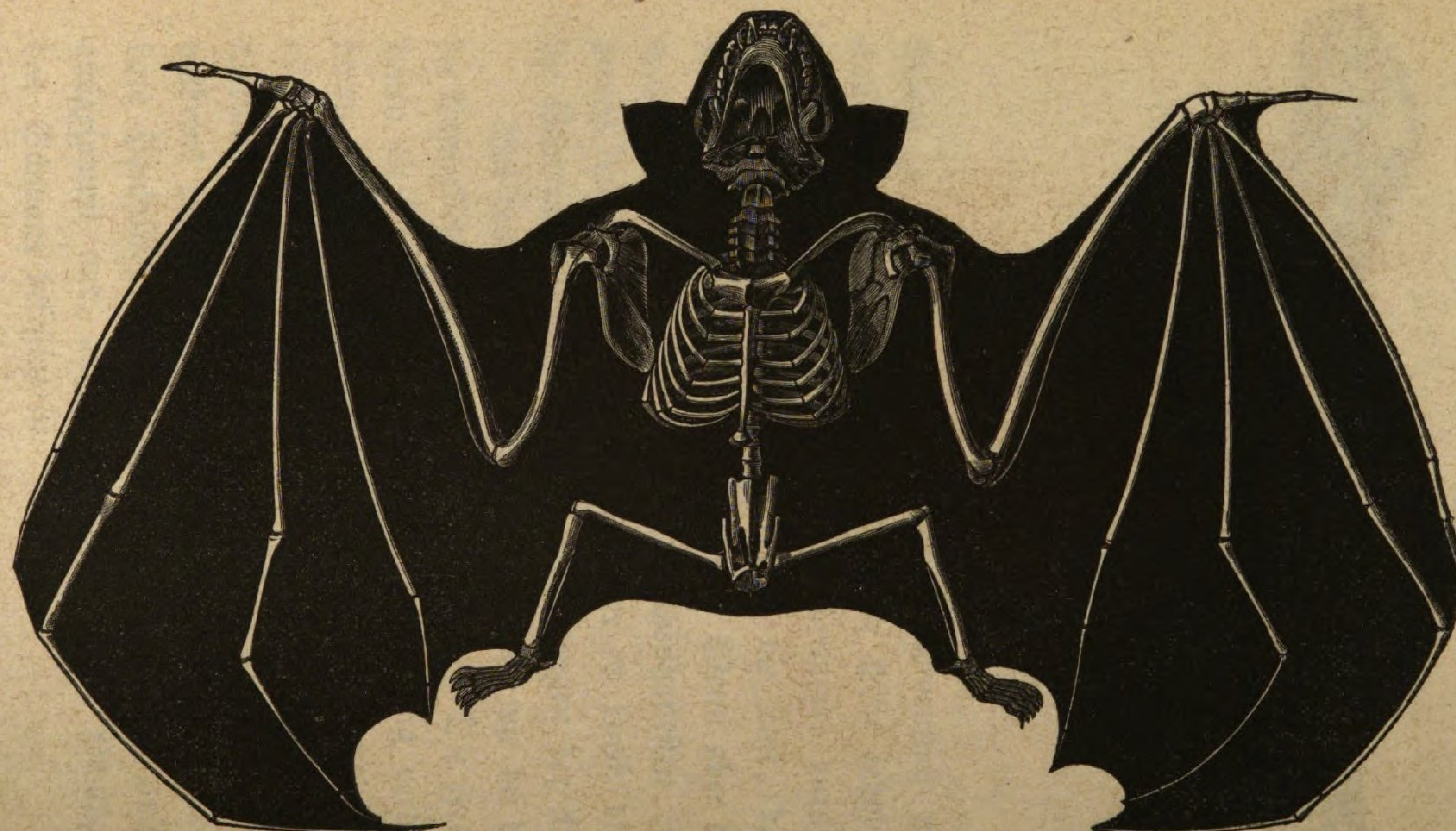
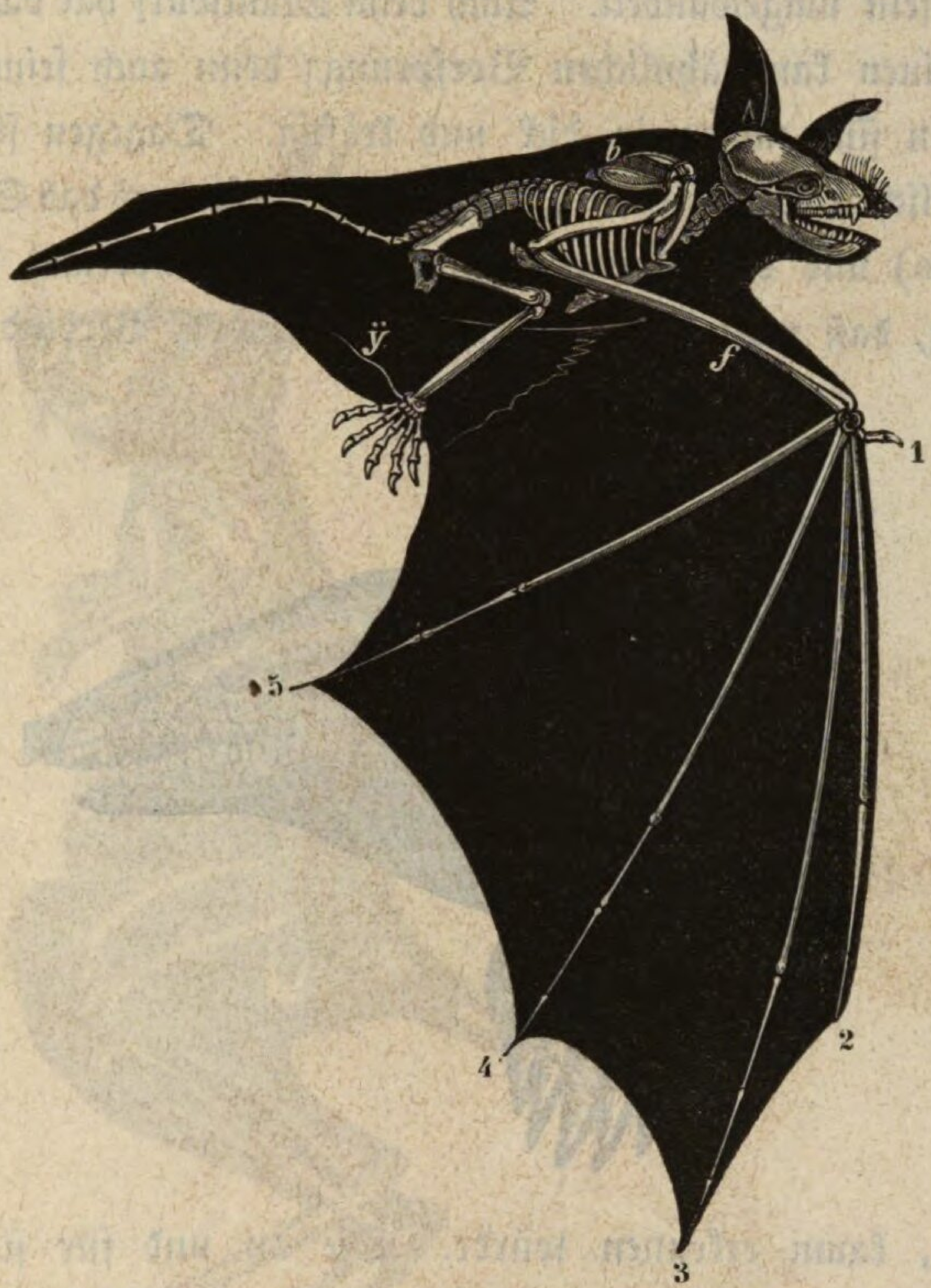


Fig. 165. Skelet einer ungeschwänzten Blattnasen-Fledermaus aus Brasilien. Natürliche Größe. (Originalzeichnung.)

Das Brustbein der Fledermäuse hat eine dem „Kamm"

166.

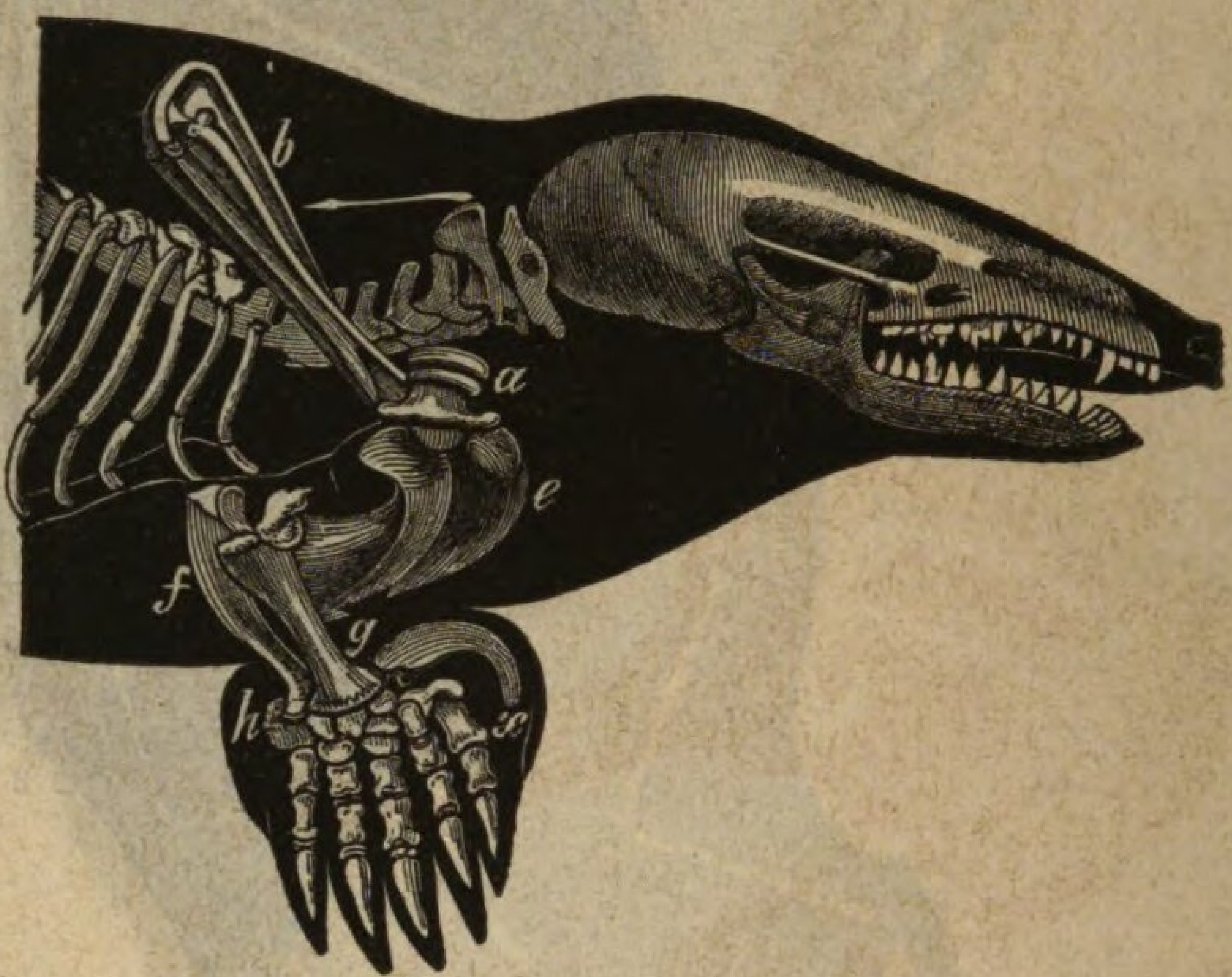


entsprechende Leiste; das Schlüsselbein ist lang und stark. Im Unterarm ist das Vor- und Rückwärtsdrehen aufgegeben; die Speiche tritt als dessen Hauptknochen auf, die Ellenbogenröhre ist verkümmert. Der Daumen steht frei hervor; die übrigen Finger dienen nur als Stützen der Flughaut.

Fig. 166. Seitenansicht vom Skelete einer Fledermaus. — b: Schulterblatt; f: Speiche; y: ein den Fledermäusen eigenthümlicher, zarter knöcherner Sporn an der Fußwurzel. 1: der Daumen; 2—5: der 2te—5te Finger. (Nach Owen: on the nature of limbs. 1849. pg. 7.)

Im schroffen Gegensatz zu den Fledermäusen sind beim Maulwurfe die Brustglieder in kurze, dicke und starke Schaufeln umgewandelt. Auch beim Maulwurf hat das Brustbein einen kammähnlichen Vorsprung; denn auch seine Brustmuskeln sind ungemein dick und kräftig. Dagegen sind seine sämmtlichen Schulter- und Armknochen, besonders das Schlürsselbein (a) und der Oberarmknochen (e), so überaus dick und knollig, daß man sie, aus ihrer natürlichen Verbindung ge-

167.



bracht, kaum erkennen würde. Die an und für sich schon sehr breiten Handknochen erhalten noch an der Seite des Daumens eine besondere Knochenschiene (x), womit die Erde zunächst eingeschnitten und aufgewühlt wird. Die Bauchglieder sind dagegen schwach gebaut, der Schwanz kurz, die Ohren auswendig eben so wenig sichtbar, als die winzig kleinen Augen.

Fig. 167. Vorderer Theil des Skelets eines Maulwurfs. a: Schlüsselbein; b: Schulterblatt; e: Oberarmknochen; f: Ellenbogenröhre; g: Speiche; h: Handwurzel; x: der dem Maulwurfe eigenthümliche Handwurzelknochen. (Nach Owen: wie Fig. 166. Pag. 6.)

Stellen wir nun dem Maulwurfe einmal eine Springmaus entgegen als Typus der springenden Thiere im Allgemeinen.

168.



Beim Sprunge wirken die Bauchglieder wie eine Springfeder, indem ihre einzelnen Gelenke aus einer starken Biegung plötzlich und kräftig gestreckt werden. Betrachten Sie einmal diese langen, stark gebogenen, von der Kraft der ansitzenden Muskeln zeugenden Knochen der Bauchglieder, und dann den

Fig. 168. Skelet einer Springmaus (Dipus). (Nach Rymer Jones: a general outline of the animal kingdom. 1841, pg. 652.)

winzigen Körper, den sie fortzuschnellen haben, ferner den langen als Steuerruder dienenden Schwanz, und Sie werden sich die kräftigen und sicheren Sprünge des Thierchens erklären können.

Betrachten wir jetzt die Säugethiere, deren alle vier Gliedmaßen als Gehwerkzeuge ausgebildet sind. Bei den Raubthieren dienen sie daneben noch als kräftige Werkzeuge, um die Beute zu packen. Obenan in dieser Beziehung steht das Katzengeschlecht. Die Hand- und Fußwurzel, die Mittelhand und der Mittelfuß sind in die Höhe gerichtet; sie treten nur auf den Zehen, namentlich auf dem hinteren Ende des ersten und des dritten Zehengliedes. Die hakenförmigen Krallen sind während des Ganges mittelst elastischer Bänder in die Höhe gezogen, springen aber bei der Biegung des letzten Ze-

169.

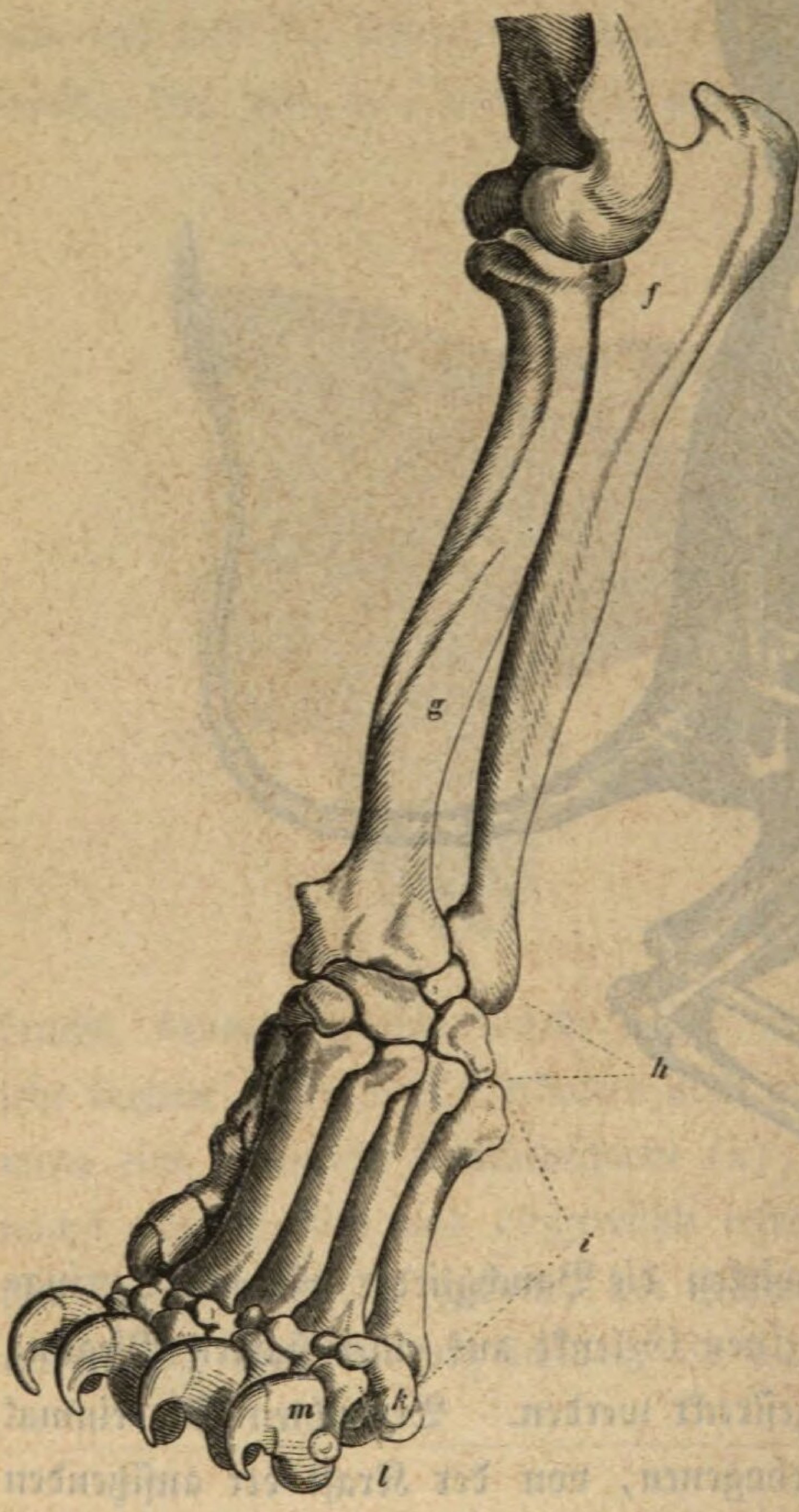
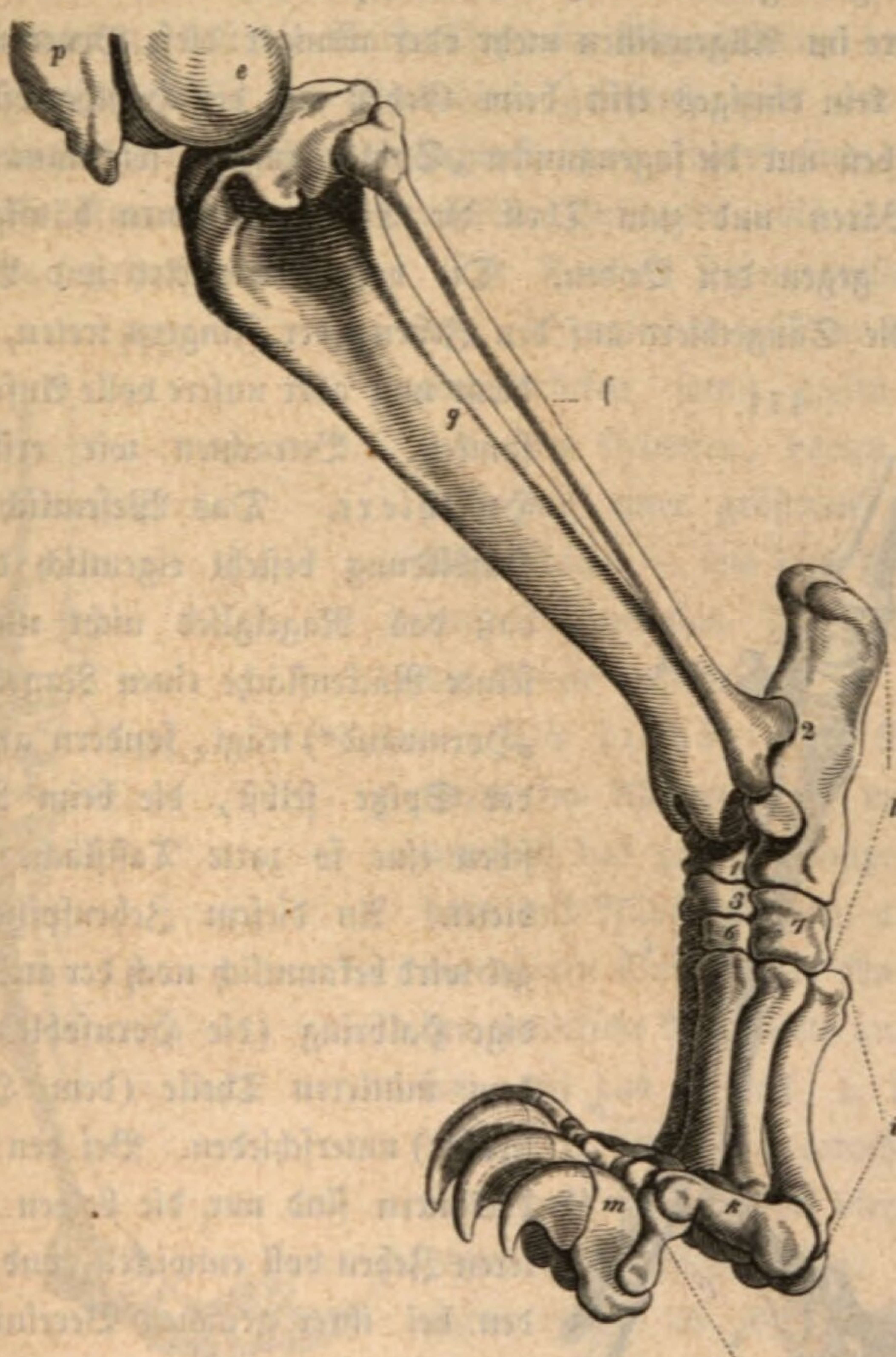


Fig. 169. Knochenbau des linken Vorderbeins eines Löwen. — e: unteres Ende vom Oberarmknochen; f: Ellenbogenröhre; g: Speiche; h: Handwurzelknochen; i: Mittelhandknochen; k: erstes, l: zweites, m: drittes Fingerglied. (Nach E. d'Alton: die Skelete der Raubthiere. 1822. Taf. 1.)

hengliedes als scharfe Waffen hervor. Auf den Hinterfüßen

170.



treten sie fast wie jene Springmaus, und gewaltig sind auch oft die Sätze, womit sie auf ihre Beute losspringen.

Fig. 170. Knochenbau des linken Hinterbeins eines Löwen. — e: der innere Knorren des Schenkelbeins; f: das Wadenbein; g: das Schienbein; h: Fußwurzelknochen (1: Sprungbein; 2: Fersenbein; 3: Kahnbein; 6: drittes Keilbein; 7: Würfelbein.) i: Mittelfußknochen; k: erstes, l: zweites, m: drittes Zehenglied. (Nach E. d'Alton: die Skelete der Raubthiere. 1822. Taf. 1.)

Die Katzen werden, wie Sie sehen, mit vollem Rechte „Zehengänger" genannt. Im Grunde jedoch verdienen die Säugethiere im Allgemeinen mehr oder weniger diese Benennung; denn kein einziges tritt beim Gehen auf der Hohlhandfläche, und eben nur die sogenannten „Sohlengänger", wie namentlich die Bären und zum Theil die Affen, stemmen häufig die Ferse gegen den Boden. Die verschiedene Art und Weise, wie die Säugethiere auf den Zehen oder Fingern treten, verdient nun aber unsere volle Aufmerksamkeit. Betrachten wir erst die Hufthiere. Das Wesentliche der Hufbildung besteht eigentlich darin, daß das Nagelglied nicht nur an seiner Rückenfläche einen Nagel (die „Hornwand") trägt, sondern auch an der Spitze selbst, die beim Menschen eine so zarte Tastfläche darbietet. An diesem Zehenspitzennagel wird bekanntlich noch der auswendige Halbring (die Hornsohle) von dem mittleren Theile (dem Hornstrahle) unterschieden. Bei den Wiederkäuern sind nur die beiden mittleren Zehen voll entwickelt, und werden bei ihrer genauen Vereinigung als ein einzelner, gespaltener Huf betrachtet; ihre zwei anderen Zehen

171.

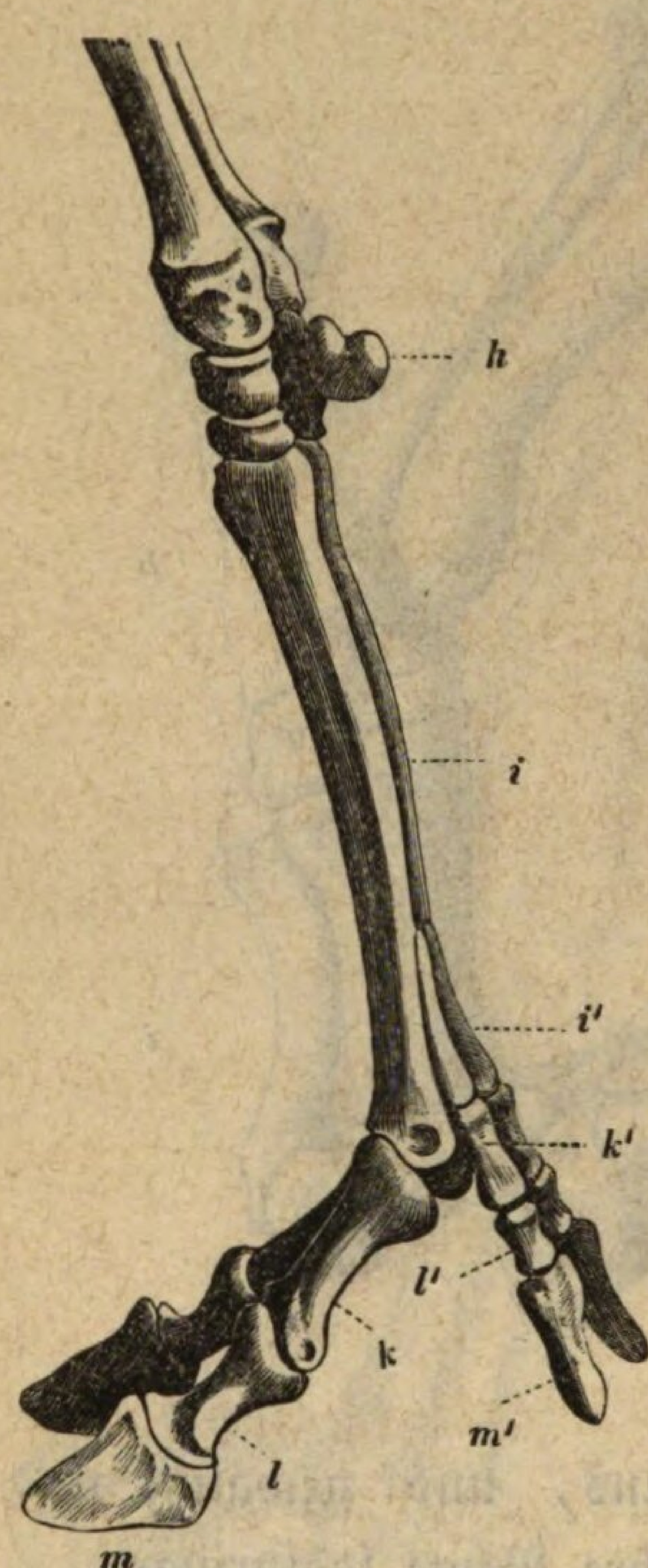
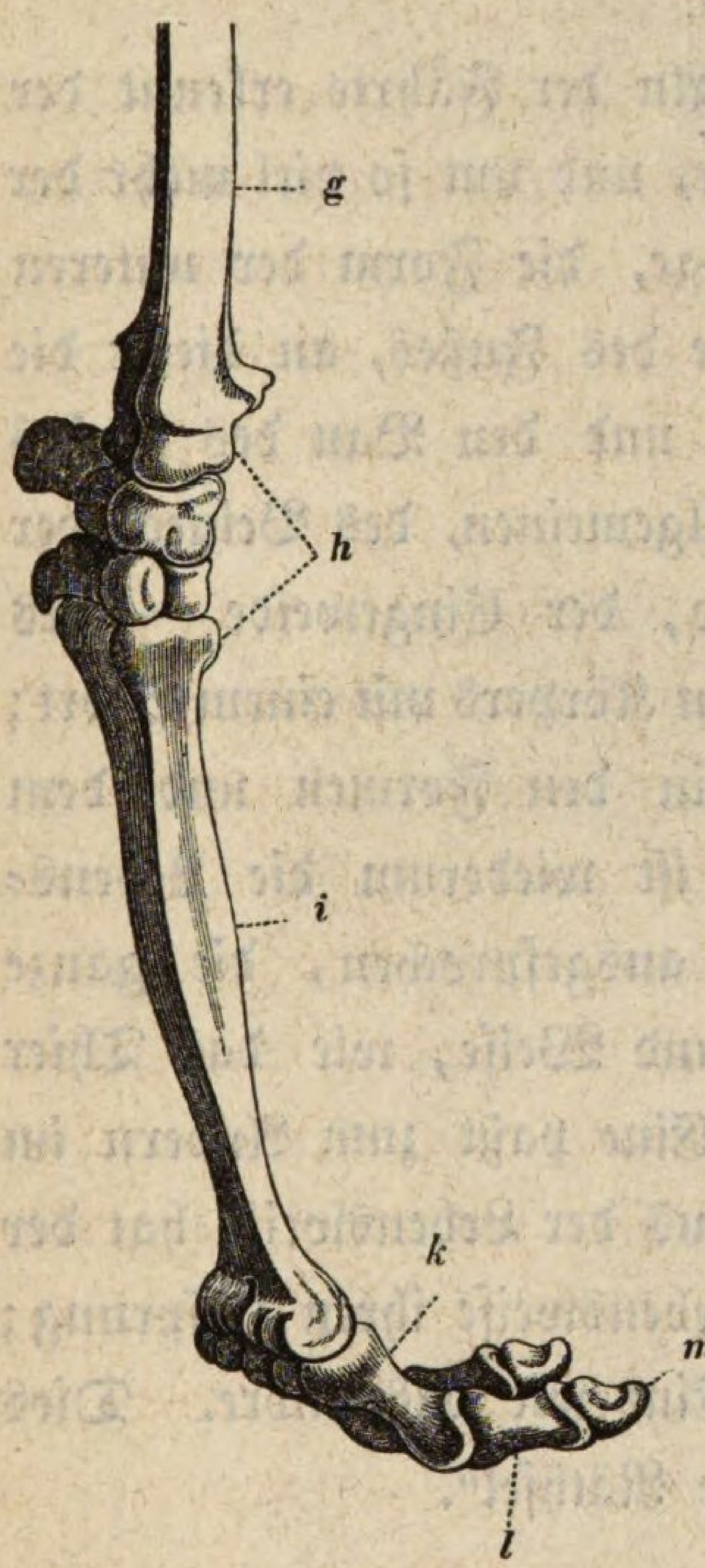


Fig. 171. Knochenbau des rechten Vorderbeins eines Rennthieres. — h: die Handwurzelknochen; i: die zwei mittleren Mittelhandknochen; i': der äußere und innere von den vier Mittelhandknochen; k und k': erstes, l und l': zweites, m und m': drittes Glied der vier Finger. (Nach E. d'Alton: die Skelete der Wiederkäuer. 1823. Taf. 4.)

scheinen sehr wenig benutzt zu werden, oder sie fehlen gänzlich, wie namentlich bei den Kameelen. Dabei ist nun aber noch zu bemerken, daß die Wiederkäuer im Allgemeinen, wie Sie eben beispielsweise am Rennthiere gesehen, nicht nur „Zehengänger", sondern gar „Zehenspitzengänger" sind, wogegen die Kameele nur in demselben Verstande, als z. B. die Katzen, Zehengänger sind. Die Kameele setzen nämlich alle drei Zehenglieder auf den Boden, und drücken somit diesen nicht mit einer kleineren, harten, vielmehr mit einer größeren, elastischen Fläche — wie dies der ganzen Organisation des „Schiffes der Wüste" entspricht.

172.

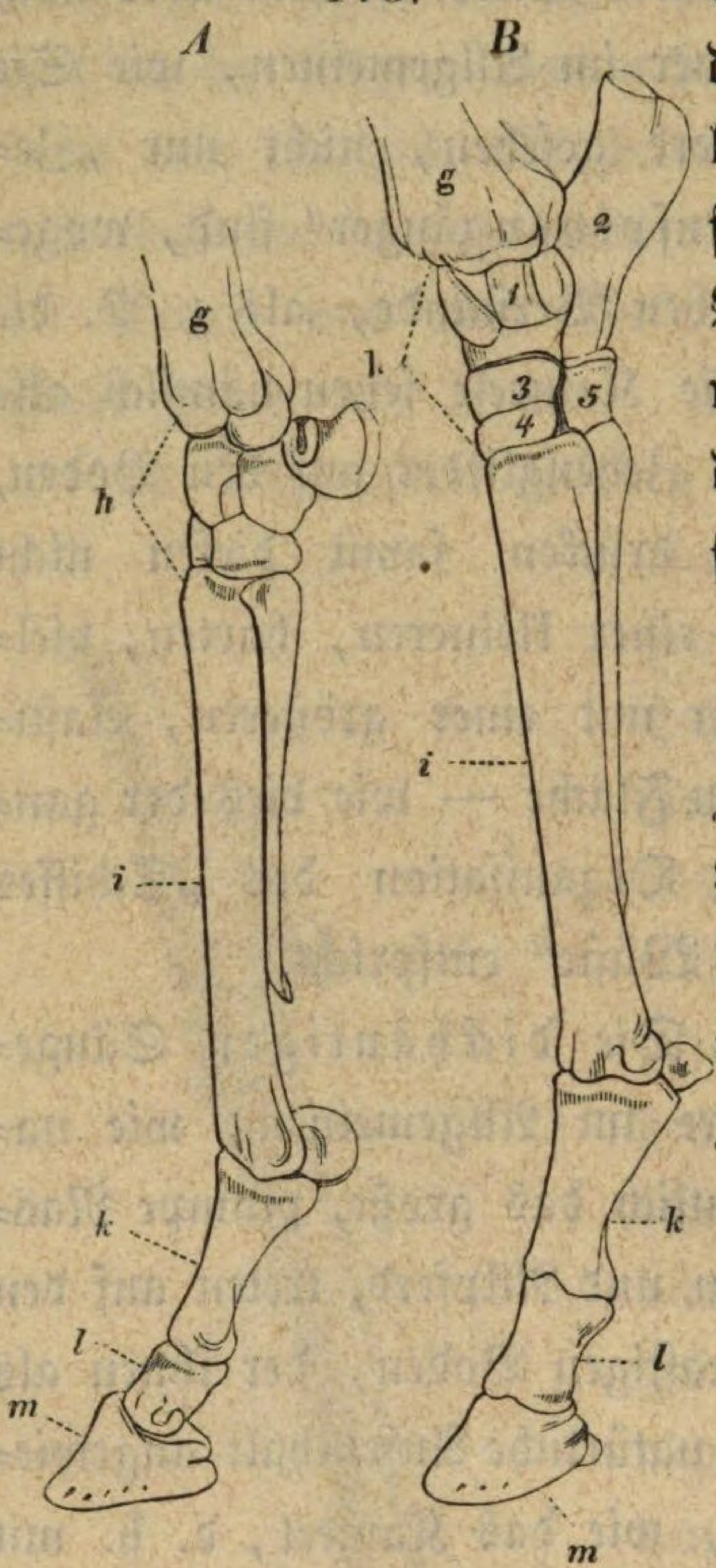


Die dickhäutigen Säugethiere im Allgemeinen, wie namentlich das große, plumpe Nashorn und Nilpferd, treten auf den morastigen Boden, der ihnen als der natürliche Aufenthalt angewiesen, wie das Kameel, d. h. mit allen drei Gliedern, jedoch nicht von zwei, sondern von vier, noch dazu sehr breiten Zehen. Hingegen treten die Schweine, fast wie die Wiederkäuer, nur auf den zwei mittleren Zehen, und sehen

Fig. 172. Knochenbau des linken Vorderbeins eines arabischen Kameels (C. Dromedarius). — g: das untere Ende der Ellenbogenröhre; h: Knochen der Handwurzel; i: die zwei mittleren (verschmolzenen) Mittelhandknochen k: 1stes, l: 2tes, m: 3tes Glied der zwei Finger. (Nach E. d'Alton: die Skelete der Wiederkäuer. 1823. Taf. 3).

wir endlich noch auf das Pferd hin, so treffen wir hier den Zehenspitzenlauf sogar auf die mittlere Zehe jedes Fußes beschränkt, die Bestimmung des freien Thieres anzeigend, auf Wiesen und Feldern seine Nahrung zu suchen und dem Feinde in schnellem Laufe zu entfliehen.

173.



An der Fährte erkennt der Jäger, und um so viel mehr der Zoologe, die Form der unteren Fläche des Fußes, an dieser die Form und den Bau des Fußes im Allgemeinen, des Beines, der Zähne, der Eingeweide — des ganzen Körpers mit einem Wort; und in den Formen und dem Bau ist wiederum die Lebensweise ausgesprochen, die ganze Art und Weise, wie das Thier sich nährt und wehrt. Denn das Eine paßt zum Andern im Großen wie im Kleinen. Nicht aus der Lebensweise hat der Bau, nicht aus dem Bau die Lebensweise ihren Ursprung; aus einem Plan entspringt das Eine wie das Andre. Dies ist das „geheime Gesetz, das heilige Räthsel".

Fig. 173. A und B. Knochenbau im Vorder- und Hinterfuß eines Pferdes. — g, g: die Speiche — das Schienbein; h, h: Hand- und Fußwurzelknochen (1: Sprungbein; 2: Fersenbein; 3: Kahnbein; 4: Keilbein; 5: Würfelbein). i, i: Mittelhand — Mittelfuß; k—k, l—l, m—m: 1stes, 2tes und 3tes Glied des einfachen Fingers und der einfachen Zehe. (Nach R. Wagner: Icones zootomicæ, 1842. Taf. 5. Fig. 18 und 19.)

174.

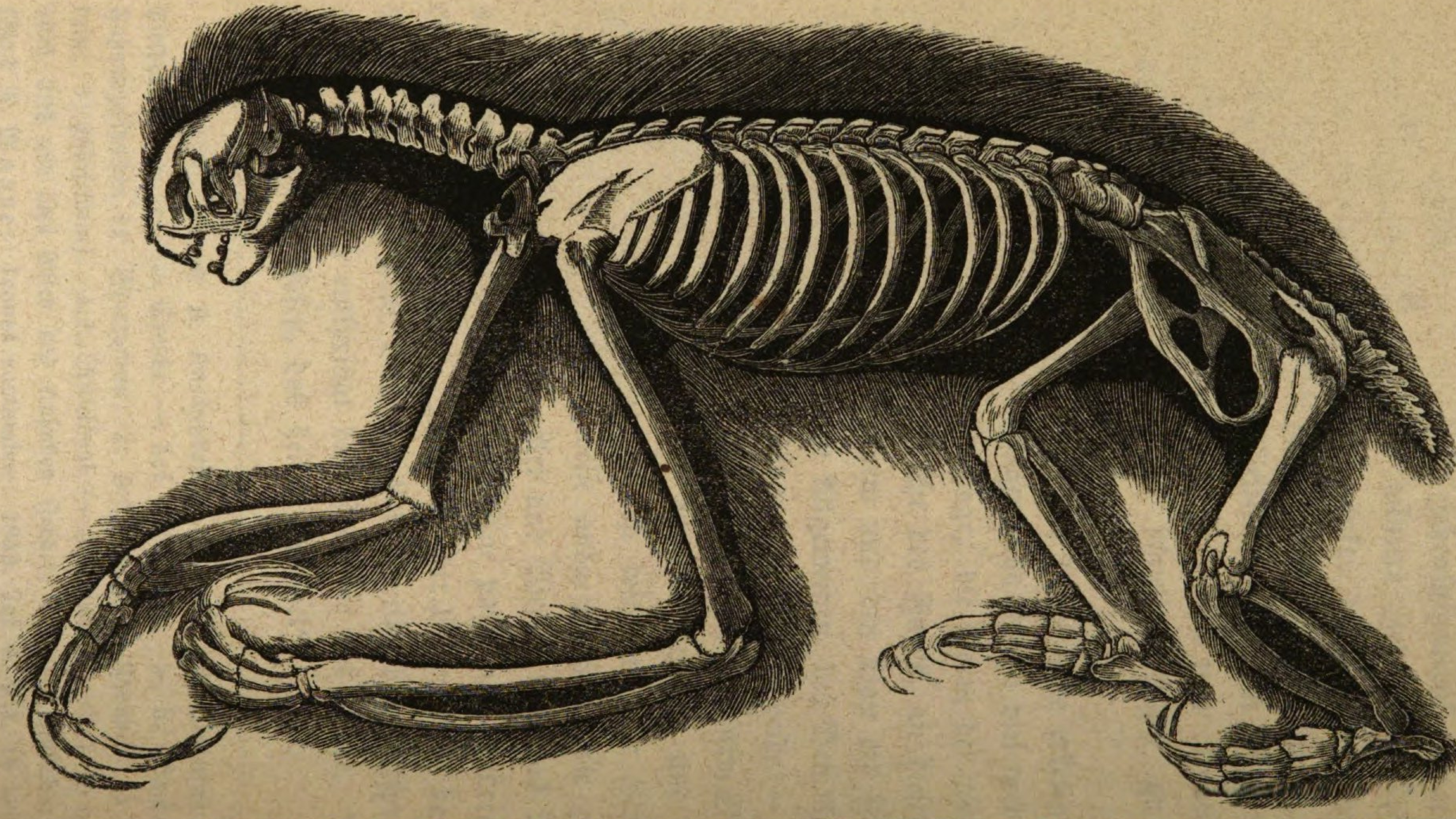


Fig. 174. Skelet des Ai oder gemeinen, dreizehigen Faulthieres. (Originalzeichnung.)

„Giebt es jedoch nicht Thiere, und auch namentlich Säugethiere, die von der Natur etwas stiefmütterlich behandelt sind?“ Sie denken wahrscheinlich an die **Faulthiere**, diese in unseren Augen fast kläglich erscheinenden Geschöpfe, deren Bewegungsorgane ihren Namen kaum zu verdienen scheinen, als ob sie den Körper weder auf die eine noch die andere Weise vorwärts zu bringen vermöchten. Ihre Brustglieder sind nämlich unverhältnißmäßig lang; diese sowohl als die Bauchglieder so stark einwärts gedreht, daß sie den Boden mit der Rückenfläche berühren würden, und mit so langen Krallen versehen, daß sie als Waffen gar nicht zu gebrauchen wären, wenn auch nicht außerdem die Muskelthätigkeit so auffallend langsam von Statten ginge, daß ihre Wirkung in den meisten denkbaren Fällen immer zu spät kommen würde. Allein, wollen wir die Zweckmäßigkeit einer Organisation ergründen, so müssen wir vor Allem immer den Zweck erst richtig erkannt haben. Die Faulthiere leben nun bekanntlich vom Laube gewisser Bäume, und zwar Bäume der Urwälder, in denen überhaupt kein Fortkommen auf dem Boden gestattet ist. Wie **ein** Thier an dem unruhigen, herumstreifenden Leben seine Freude findet, so hat ein **anderes** sein Wohlgefallen am ruhigen Genusse der ihm dargereichten Lebensbedürfnisse. Dies Letztere scheint nun ganz besonders für die Faulthiere zu gelten. Die krummen Arme und Beine und die zähe, nicht leicht ermüdende Zusammenziehung ihrer Beugemuskeln eignen sich vorzüglich zum festen Anklammern an die Baumäste, die langen Arme mit den hakenförmigen Krallen nicht weniger zum Ergreifen und Anziehen der Aeste, eines nach dem andern, nachdem sie entlaubt worden. Auch sind diese Thiere, wie unbeholfen sie auf dem platten Erdboden immer erscheinen mögen, zum Klettern von einem Aste zum andern keineswegs ungeschickt zu nennen.

Es mögen wieder andere Thiere durch ihre Menschenähnlichkeit den Anschein haben, als wäre in ihnen ein Typus nur unvollkommen durchgeführt, um erst im Menschen selbst vollendet aufzutreten. Die Affen sind jedoch fürs Klettern auf den Bäumen nicht weniger vollkommen ausgebildet, als die Wallthiere fürs Schwimmen, der Maulwurf fürs Graben. Sie sind „Vierhänder", d. h. es sind nicht nur ihre beiden Daumen den übrigen Fingern, sondern auch ihre beiden großen Zehen den übrigen Zehen entgegengestellt. Die Gegenstellung der großen Zehe ist sogar stärker ausgesprochen als die des Daumens, und die andern vier Zehen sind sehr lang. Und wie weiß der Affe diese Kletterorgane zu gebrauchen! Man betrachte nur das Thier, nicht in dem Käfig eingesperrt, nein im Freien kletternd, wie dies seine Bestimmung ist; und wahrlich nicht weniger für ihn als für die übrigen Geschöpfe giebt sich das Gesetz zu erkennen, das wir uns in dieser Stunde nachzuweisen bestrebt haben.

„Allein es sei auch jedes Geschöpf an und für sich vollkommen, am vollkommensten ist und bleibt doch wohl der Mensch, wie seiner Natur und seinem Wesen nach, so auch in seinem Bau." Wir wollen ihn prüfen, diesen immer und immer wiederholten Satz, und nicht unlieb, hoffe ich, wird es Ihnen sein, wenn ich daran noch drei volle Stunden, die letzten, die Sie mir gegönnt, verwende.



Fig. 175. Der Orang-Outang. (Nach der Lithographie von Werner's Zeichnung 1836, $2\frac{1}{2}$mal verkleinert.)

D.

Vorzüge des menschlichen Organismus.

I. Hand und Fuß; II. Sprachorgane; III. Gehirn.

D. I. Hand und Fuß.

a. Einleitung; b. Aufrechter Gang; c. Mechanik der Gehwerkzeuge; d. Bau der Hand; e. Bedeutung der Hand.

---

a. Einleitung.

Am Schluß des letzten Vortrages schlug ich Ihnen vor, noch ein paar Stunden auf eine nähere Betrachtung des menschlichen Organismus im Besonderen zu verwenden, und es kam mir nicht unerwartet, daß Sie auf diesen Vorschlag gern eingingen. Denn wenn wir für die Natur im Allgemeinen Auge und Sinn haben, wie sollte uns nicht der ganze wundervolle Bau unseres eigenen Körpers zunächst anziehen? Die ersten dieser Vorträge wurden dem physischen Leben im Allgemeinen gewidmet, jedoch nur, weil die einzelnen Lebenserscheinungen nicht richtig aufzufassen sind, bevor der Character und das Wesen des Lebens uns klar und deutlich geworden. In der besonderen Darstellung des Ernährungslebens und des bewußten Lebens wurde ferner der Organismus der Thiere nicht weniger als der des Menschen berücksichtigt; jedoch wiederum nur, weil auch die besonderen Lebenserscheinungen sich erst in ihrer mannichfaltigen Verschiedenheit richtig deuten und verstehen lassen. Nie ließ ich es unbeachtet, daß Sie für die Zähne, das Athmen, den Blutumlauf, die Nerven und das Gehirn, das Ohr und das Auge hauptsächlich doch wohl deshalb ein lebhaftes Interesse

fühlen, weil sich darin offenbart, wie wundervoll der Bau auch unseres eigenen Körpers ist.

In der vorigen Stunde jedoch, als ich ein großes allgemeines Gesetz nachzuweisen suchte, wurden Ihnen die Bewegungsorgane der Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere vorgezeigt; die des Menschen bat ich Sie, erst heute vornehmen zu dürfen. Und warum? Sie werden den Grund schon eingesehen haben. „Am Skelete erkennt man" — hieß es — „nicht nur die Form des ganzen Thieres; es läßt sich daraus auch noch auf seinen ganzen inneren Bau und seine Lebensweise schließen; verschieden wie die Formen, der innere Bau und die Lebensweise der Wirbelthiere, ist auch ihr Skelet". Wenn dieser Satz richtig ist, so müssen wir ja auch im Körper des Menschen an den Knochen, namentlich der Brust- und Bauchglieder, nicht nur die Form und den inneren Bau im Allgemeinen, sondern auch noch die dem Menschen von der Natur angewiesene Lebensweise erkennen können. Dies darzuthun, schien es mir, möchte wohl einen eigenen Vortrag für sich verdienen.

Dem ganzen Körperbau, und so auch der Form und dem Bau der Bewegungsorgane nach, gehört der Mensch offenbar in die Klasse der Säugethiere, und in dieser namentlich zunächst den Affen. In seinem Körper ist kein einziges Organ, kein Knochen, kein Muskel vorhanden, der nicht auch den Säugethieren im Allgemeinen zukommt. Auch sind seine Organe nicht im Geringsten vollkommner gebaut als bei den Thieren, und in ihrer Form von denen der Affen lange nicht so verschieden, als z. B. die Bewegungsorgane der Affen von denen der reißenden Säugethiere, geschweige der Hufthiere oder der Wallfische. Der Hauptunterschied liegt darin, daß beim Menschen nur die Brustglieder, bei den Affen außerdem noch die Bauchglieder mit einer Hand versehen sind,

und dies scheint doch kein besonders wesentlicher Unterschied zu sein.

So allerdings, wenn man die Abänderung der Grundform an und für sich betrachtet. Wer weiß aber nicht, daß in einer solchen kleinen Abänderung der natürlichen Formen eine ungemein große Bedeutung liegen kann? Und wahrlich hier gerade ist eins der schönsten Beispiele dieser Art.

b. Aufrechter Gang.

Indem beim Menschen nur die Brustglieder, nicht die Bauchglieder mit einer Hand versehen sind, fehlt ihm auch die Form der Bewegungsglieder, die aufs Klettern auf den Bäumen abgesehen ist; denn diese liegt eben in der Handbildung der Bauchglieder. Nicht nur die Affen, auch manche Beutelthiere sind damit versehen; und mit diesen hinteren Händen halten sie sich an den Aesten fest, während die Vorderhände entweder neue Zweige anfassen um weiter zu klettern, oder die Früchte erhaschen, oder endlich sonst noch angewendet werden. Der Mensch schreitet beim Klettern auf die Bäume von Zweig zu Zweig, ohne sich mit den Füßen selbst festhalten zu können, — auf den Bäumen zu leben ist er nicht bestimmt.

Eben so wenig aber ist der Mensch bestimmt, wie die Landsäugethiere im Allgemeinen, sich der Hände und Füße zugleich als Gehwerkzeuge zu bedienen. Er ist auch dazu nicht einmal im Stande. Am Schluß des ersten Lebensjahres schiebt das Kind sich allerdings mit Armen und Beinen vorwärts, jedoch nur auf den Händen und Knien. Und warum stützt das Kind sich nicht, wie die Landsäugethiere, auf Hände und Füße? Weil dies mit dem Bau des menschlichen Körpers nicht übereinstimmt. Die Schenkelknochen des Menschen sind so lang, daß die Knie, wenn sie, wie bei den Landsäugethieren, an die Bauchfläche angezogen werden, vor und zwischen

den Ellenbogen, und zwar ganz dicht an einander, ihre Lage erhalten. In dieser Stellung fortzukommen ist, wo nicht unmöglich, doch höchst beschwerlich, und dies um so mehr, wenn dabei das Gesicht nicht gegen den Boden gerichtet werden darf; denn um den Nacken zurückzubiegen, muß der Mensch seine Nackenmuskeln in Thätigkeit halten, was auf die Länge höchst ermüdend ist. Es fehlt ihm das bei den Säugethieren durchgängig vorhandene elastische Nackenband, dessen Spannkraft in der wagerechten Stellung des Körpers den Nacken so stark zurückgebogen hält, daß der Blick nicht weniger frei wird, als bei dem aufrechtstehenden Menschen.

Sie werden darnach den Werth solcher Meinungen beurtheilen können: es sei der Mensch in seinem ursprünglichen Naturzustande auf allen Vieren gegangen, habe sich dabei weit besser befunden, und solle auf solchen glücklicheren Zustand zurückkommen! — Hirngespinnste alle ins Gesammt! Der Mensch ist offenbar zum aufrechten Gange gebaut; nur seine Bauchglieder sind als Gehwerkzeuge ausgebildet; nicht als ob dadurch das Gehen sicherer oder schneller würde, — denn die Landsäugethiere sind allerdings dem Fallen weniger ausgesetzt und würden größtentheils im Wettrennen mit dem Menschen einen leichten Sieg gewinnen, — sondern nur weil die Brustglieder einem andern, höchst wichtigen Berufe dienen sollen. Vergleichen wir den Bau der Beine und der Arme, so finden wir das ganze Gefüge und die ganze Muskelkraft jener darauf berechnet, den Körper in aufrechter Stellung zu tragen, dieser hingegen, dem Verstande des Menschen in dessen mannichfaltigem Treiben und Wirken als Werkzeug zu dienen.

Der Schenkelknochen ist mit seinem oberen, kugelrunden Endstücke, oder „Kopfe", tief in die „Pfanne" des Beckens eingelenkt; und die glatten, schlüpfrigen Gelenkflächen passen

so genau an einander, daß sie schon dadurch fest zusammen kleben, selbst nachdem das Gelenk an einer Leiche vollständig eröffnet worden. Der Schenkelkopf ist (bei den Säugethieren übrigens nicht weniger als beim Menschen) durch ein längliches Band — das „runde Band" — an den unteren und mittleren Theil der Pfanne befestigt. Man hatte angenommen, dies Band, obgleich ganz schlaff, hindere sein Herausfallen, bis vor etwa 10 Jahren Prof. Retzius in Stockholm nachwies, daß es in seiner natürlichen Lage beim Drehen des Schenkelkopfes, sowohl rechts als links, gespannt wird, und dadurch ein weiteres Drehen unmöglich macht. Also wurde dieses von Alters her gekannte, einfache Band endlich für das Hemmorgan anerkannt, wodurch das Drehen des Schenkels auf die Hälfte eines Kreises beschränkt ist. — In ihrer größten Vollkommenheit ist die Mechanik am einfachsten — und oft am schwierigsten zu deuten.

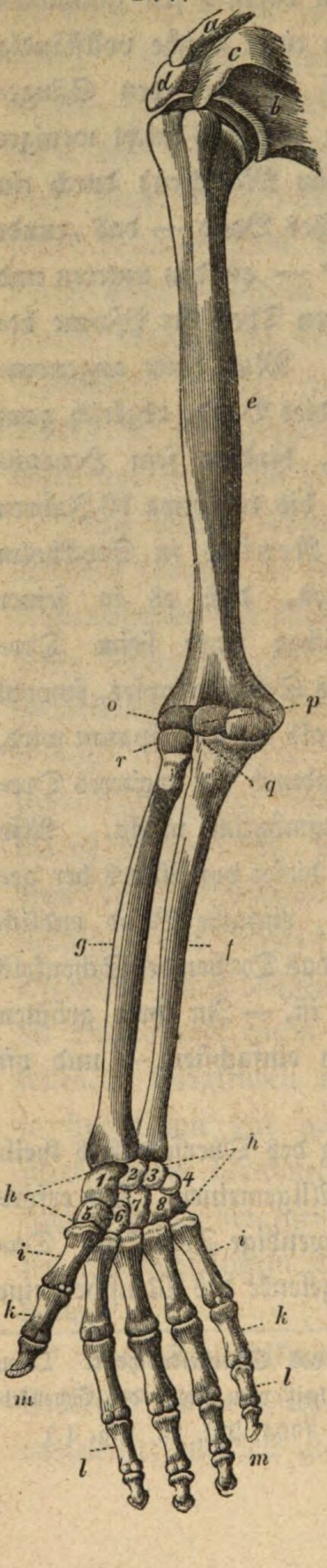
176.



Die Beschränktheit der Bewegung des Oberschenkels theilt der Mensch mit den Säugethieren im Allgemeinen. So erforderte es die einem Gehwerkzeuge nothwendige Festigkeit. Dagegen aber giebt sich an dem Schultergelenke des Menschen eine

Fig. 176. Das runde Band am Kopfe des Schenkelknochens. Oben die „Pfanne" des Beckens, unten der obere Theil vom Kopfe des Schenkelknochens. (Nach Loder: Anatomische Tafeln. 1794. Taf. 23, Fig. 1.)

177.



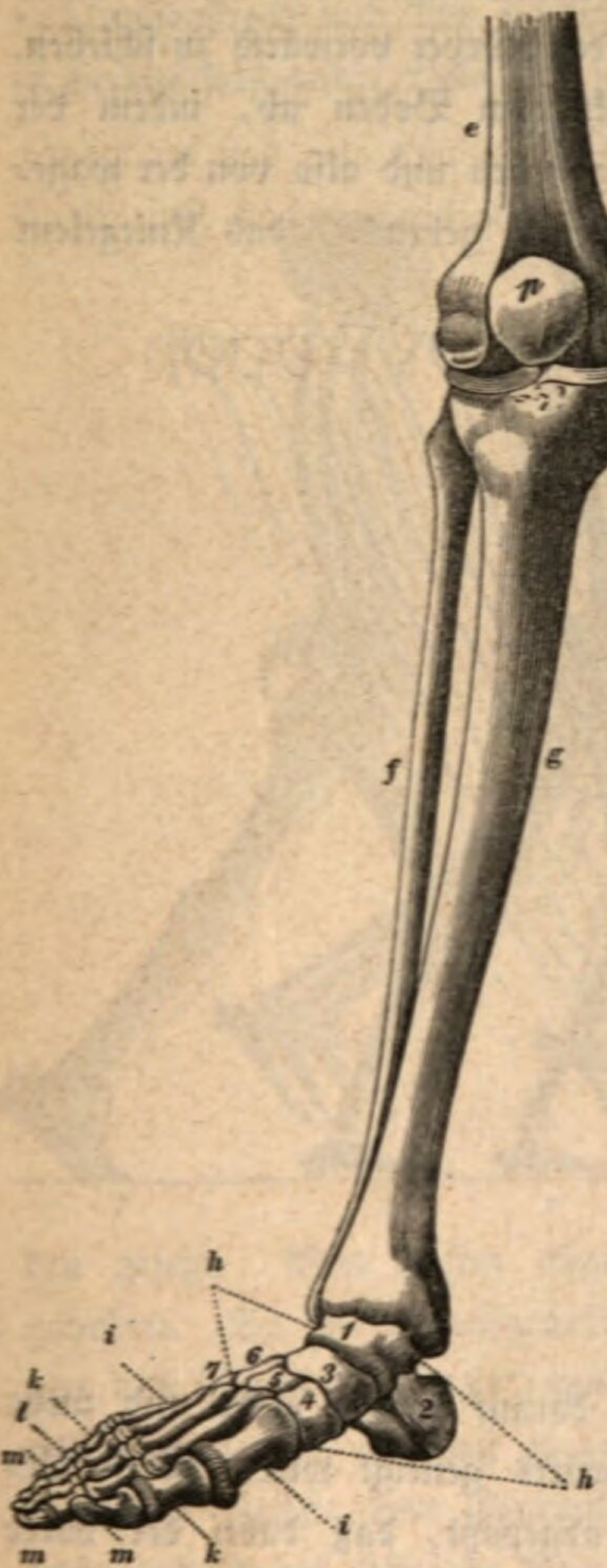
so große Beweglichkeit zu erkennen, als wohl kaum an dem irgend eines andern Säugethieres. Kaum übertreibt man, wenn man sagt, daß ein geschmeidiger Mensch den ganzen Arm in einer Kreisfläche herum zu schwingen vermag.

Vergleichen Sie nun einmal den ganzen Knochenbau des menschlichen Arms und Beins. Die einzelnen Knochen erkennt man sogleich als einander entsprechend, in ihrer natürlichen Verbindung aber ist dort Alles auf die Geschmeidigkeit, hier auf die Festigkeit berechnet. Nur für das Ellenbogen- und Kniegelenk findet ein solcher Unterschied nicht Statt. Vorderarm und Unterschenkel lassen sich gleich stark biegen, sind an der Streckseite beide unbeweglich. Daß an der Ellenbogenröhre der Knorren, welcher der

Fig. 177. Knochenbau des linken Arms. (Nach Loders Copie von Albin: Tabulæ sceleti et musculorum corporis humani. 1749. Tab. 1.) a: Schlüsselbein; b: Schulterblatt, c: dessen Haken oder Schnabel, und d: dessen „Grubenecke"; e: Oberarmknochen; f: Ellenbogenröhre; g: Speiche; h: Handwurzel (1: Kahnbein; 2: Mondbein; 3: dreieckiges Bein; 4: Erbsenbein; 5: großes, 6: kleines vieleckiges Bein; 7: Kopfbein; 8: Hakenbein); i: Mittelhand; k: erstes, l: zweites, m: drittes Fingerglied; o: die knopfförmige Erhabenheit und p: die Rolle des Oberarmknochens; q: der Kronenfortsatz der Ellenbogenröhre; r: der sich umdrehende Kopf der Speiche.

Kniescheibe (p) entspricht, keinen besonderen Knochen ausmacht,

178.



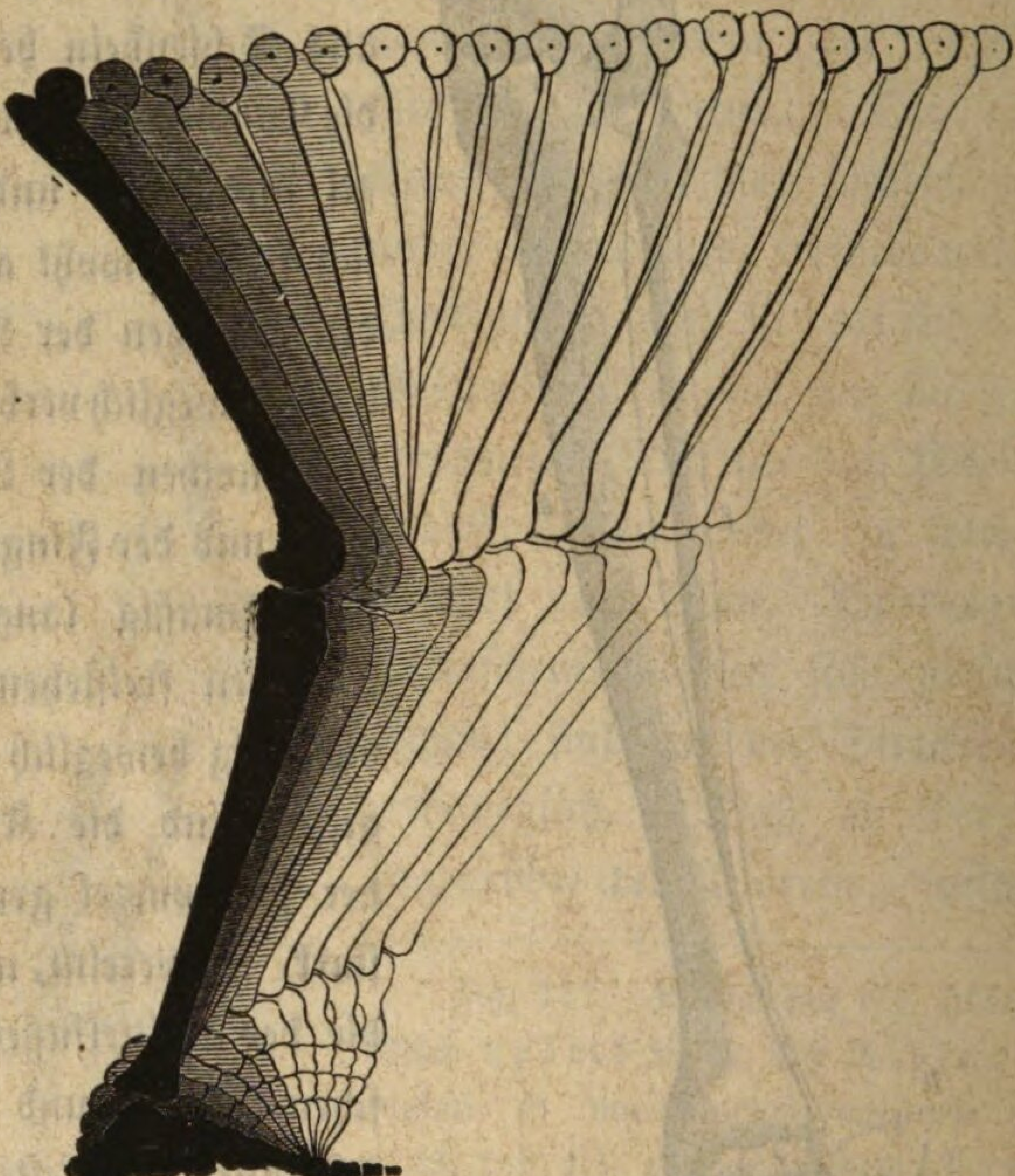
deutet sogar auf eine größere Festigkeit hin. Allein die Speiche vermag in einem halben Kreise sich zu drehen, — das Wadenbein ist unbeweglich ans Schienbein befestigt; die Knochen der Handwurzel sind klein, und unter sich selbst sowohl als mit den Knochen der Mittelhand beweglich verbunden, die Knochen der Mittelhand und der Finger verhältnißmäßig lang, der Daumen freistehend und vielfältig beweglich — dagegen sind die Knochen der Fußwurzel groß und stark, fest vereint, nehmen die des Mittelfußes zwischen sich auf, und bilden mit ihnen eine feste Wölbung, *worauf* das ganze Gewicht des Körpers fällt, *worunter* aber Muskeln, Gefäße und Nerven Schutz finden.

Fig. 178. Knochenbau des rechten Beines. (Nach *Albin* und *Loder* wie Fig. 177.) e: unteres Ende vom Schenkelknochen; f: Wadenbein; g: Schienbein; h: Fußwurzel (1: Sprungbein; 2: Fersenbein; 3: Kahnbein; 4, 5, 6: die drei Keilbeine; 7: Würfelbein); i: Mittelfuß; k: erstes, l: zweites, m: drittes Zehenglied; p: Kniescheibe.

c. Mechanik der Gehwerkzeuge.

Beim Gehen sind bekanntermaßen die beiden Beine abwechselnd in Thätigkeit um den Körper vorwärts zu schieben. Das eben thätige Bein wirkt vom Boden ab, indem der Fuß allmählig auf die Zehen gehoben und also von der wagerechten Stellung in eine senkrechte gebracht, das Kniegelenk

179.

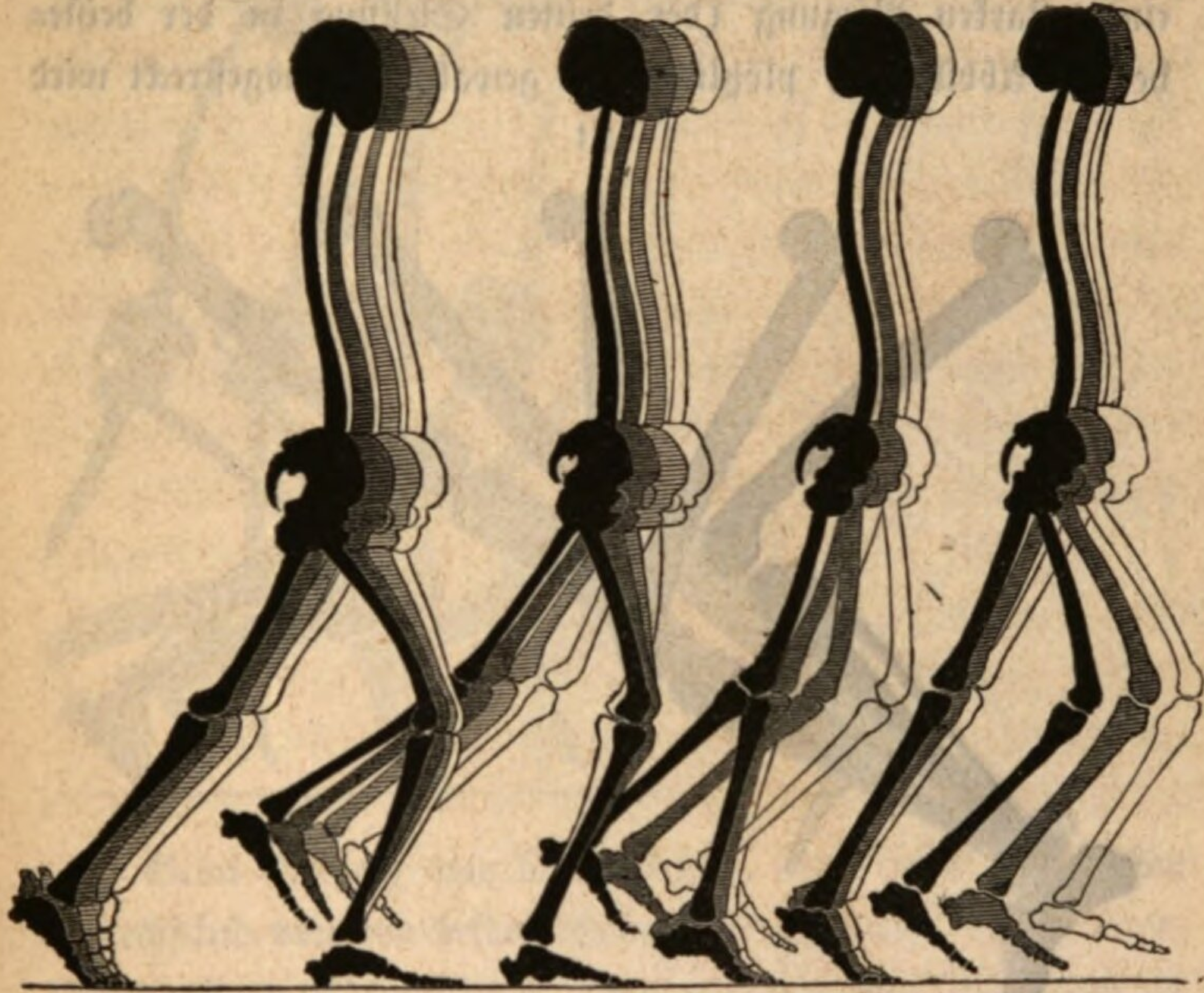


aber anfangs mehr gebogen, darauf immer mehr und mehr ausgestreckt und zugleich vorwärts geneigt wird. Diese Bewegungen sind alle so genau abgepaßt, daß dabei der obere Theil des Schenkelbeins, und somit auch das Becken kaum um ein Merkliches gehoben oder gesenkt werden.

Fig. 179. Darstellung des allmähligen Streckens des auf den Boden stützenden Beines, während es beim Gehen den Körper vorwärts schiebt. (Diese und die folgenden drei Abbildungen nach Wilhelm und Eduard Weber: Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. 1836.)

Bevor noch das eben thätige Bein (l) auf diese Weise voll ausgestreckt und am stärksten vorwärts geneigt worden, ist bereits das andre Bein (r) weiter nach vorn auf den Bo-

180.

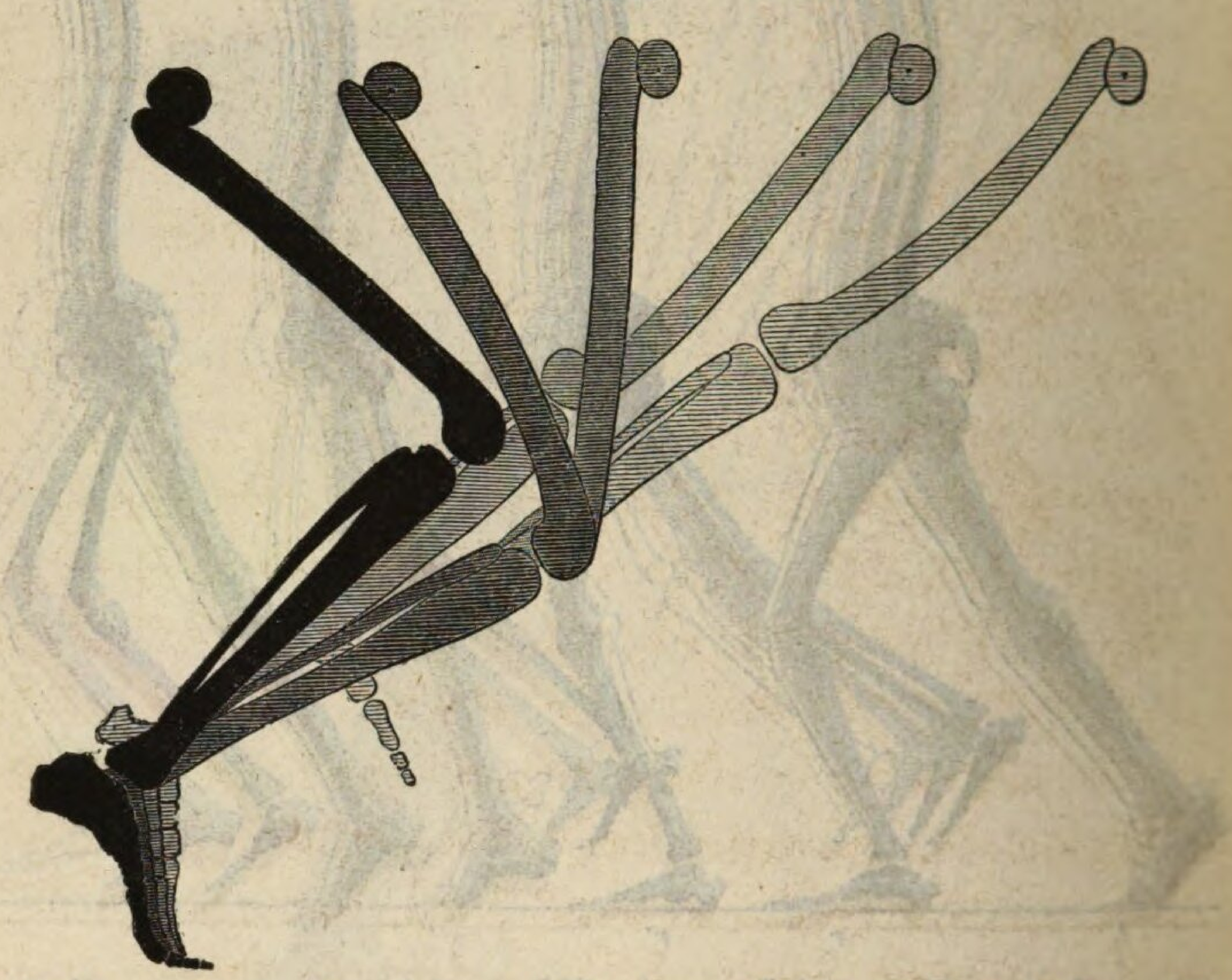


den gesetzt. Von diesem abgelöst, wird jenes vom Boden gehoben. So wie es aufgehoben ist, befindet es sich aber gegen das stützende Bein (r′) weit zurück. Seinem eigenen Gewichte überlassen, schwingt es demnach an dem allmählig fortrückenden Becken, dem Perpendikel ähnlich, so stark vorwärts, daß es bald das stützende Bein (r″) erreicht, ihm dann (r‴) vorbei kommt, und somit **vor** ihm auf den Boden herabgelassen werden kann.

Fig. 180. Die Erhebung (l) und das darauf folgende Schwingen des linken Beines, während beim Gehen das rechte (r, r′, r″, r‴) auf den Boden tritt.

Das Laufen unterscheidet sich dadurch vom Gehen, daß das auftretende Bein den Boden verläßt, bevor das andere ihn erreicht, was nur durch einen Sprung geschehen kann, d. h. (wie wir an der Springmaus gesehen), indem es aus einer starken Biegung (der dritten Stellung in der beistehenden Abbildung) plötzlich und gewaltsam ausgestreckt wird

181.

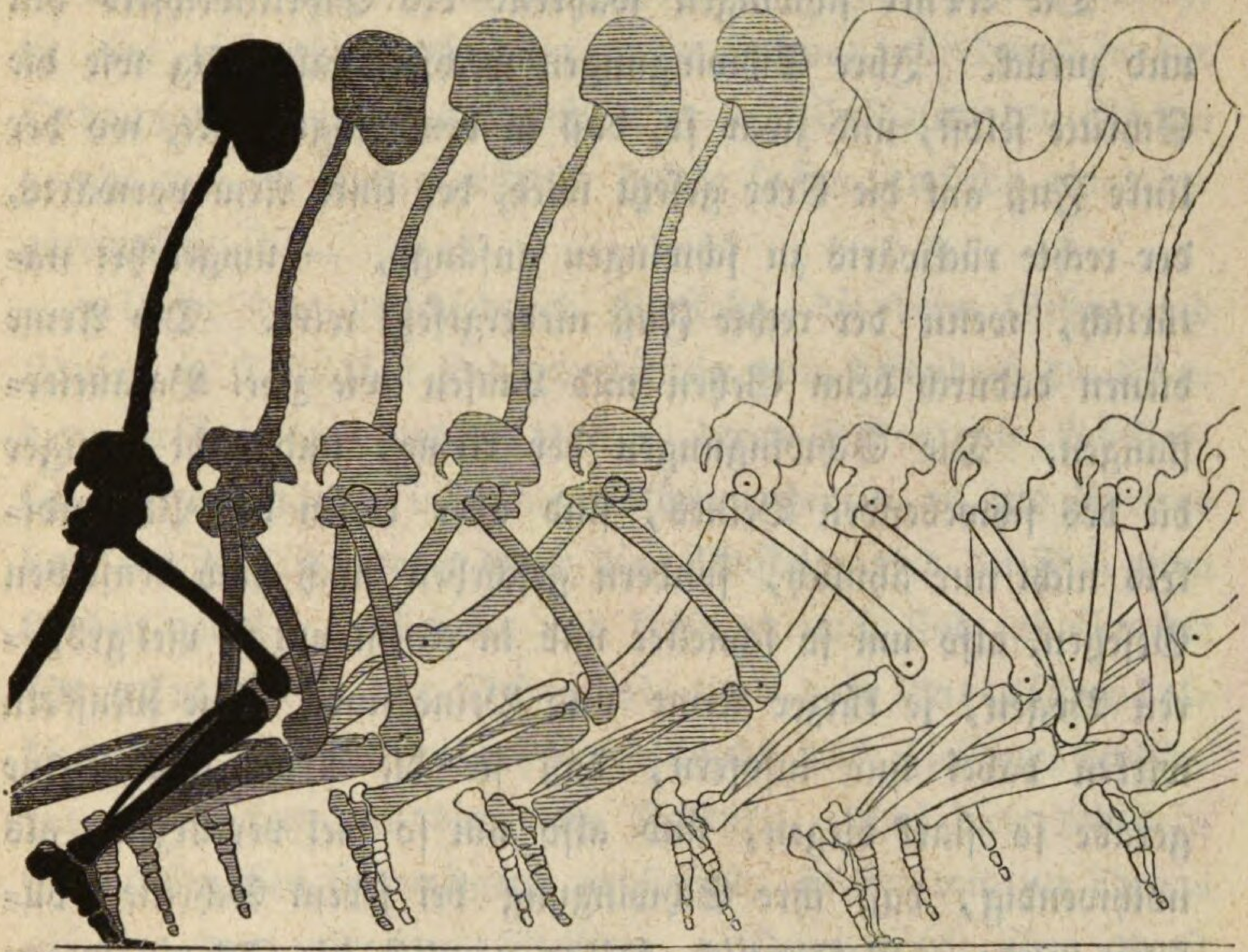


(vierte Stellung) und somit, einer Springfeder ähnlich, den Körper dahin schnellt (fünfte Stellung). In dem Augenblicke, wo das eben thätige Bein auf diese Weise vom Boden gelöst wird, ist das andere, schwebende Bein ihm schon weit voraus (fünfte Stellung in der Figur 182), hat jedoch noch eine Strecke mit ihm zugleich zu schwingen, bevor es mit den Zehen (r Fig. 182) den Boden berührt, wonach sich dieselbe

Fig. 181. Darstellung der allmähligen Beugung und des darauffolgenden plötzlichen Streckens des einen Beines, während es beim Laufen den Körper vorwärts schnellt.

Reihe von Stellungsveränderungen (wie in Fig. 181) an ihm (r) wiederholt.

182.



Beim Laufen, wie beim Gehen, wird also das Becken abwechselnd von den beiden Beinen fortgeschoben. Der Oberkörper ist unterdessen nach vorn geneigt, und zwar um so stärker, je schneller der Lauf. Der auf dem Becken ruhende Rückgrat wird also gerade in derselben Stellung gehalten, als eine aufrecht gehaltene Stange um auf einem andern Körper im Gleichgewicht zu bleiben. Denn wer sollte das nicht wissen, daß die Stange auf dem stillstehenden Körper vollkommen senkrecht gehalten werden muß, auf dem sich bewegenden aber in der Richtung der Bewegung geneigt, und zwar um so viel stärker geneigt, je schneller die Bewegung? Die Muskeln des Rückgrats sind dabei keineswegs unthätig; denn

Fig. 182. Das Schweben und abwechselnde Anstoßen der linken (l) und rechten Fußspitze (r) während des Laufens.

durch ihre Kraft geschieht es eben, daß der Rückgrat stets in der Stellung gehalten wird, die das Gleichgewicht fordert.

Die Arme schwingen während des Schrittwechsels hin und zurück. Ihre Schwingungen wechseln taktmäßig wie die Schritte selbst, und zwar so, daß in dem Augenblicke, wo der linke Fuß auf die Erde gesetzt wird, der linke Arm vorwärts, der rechte rückwärts zu schwingen anfängt, — umgekehrt natürlich, wenn der rechte Fuß niedergesetzt wird. Die Arme dienen dadurch beim Gehen und Laufen wie zwei Balancierstangen. Die Schwingungen der Arme, und nicht weniger die des schwebenden Beines, sind aber denen des Perpendikels nicht nur ähnlich, sondern geschehen auch nach denselben Gesetzen, also um so schneller und in einem um so viel größeren Bogen, je kürzer Arme und Beine sind. Die Muskeln wirken dabei nur insofern, daß sie die Arme und Beine gerade so stark biegen, und also um so viel verkürzen, als nothwendig, daß ihre Schwingung bei jedem Schritte vollführt werde. Bekanntlich folgen nämlich die Schwingungen des Perpendikels um so schneller auf einander und machen zugleich einen um so größeren Bogen, je kürzer er selbst ist. So wie wir zu laufen anfangen, neigen wir nicht nur (wie oben angeführt) den Oberkörper nach vorn, sondern biegen (verkürzen) wir auch noch die Arme und Beine im Verhältniß zu der Schnelligkeit des Laufes; wogegen wir beim langsamen Gehen die Beine gestreckt halten und die Arme schlaff herabhängen lassen. Die Schwingungen der Arme und der eben schwebenden Beine verhalten sich in jenem und in diesem Falle fast so zu einander, wie die Schwingungen des Perpendikels einer Tafeluhr zu denen des Perpendikels einer großen Stubenuhr. Will man durchaus mit gestreckten Beinen und Armen laufen, oder mit krummen Beinen langsam gehen, und also anstatt der leichten natürlichen

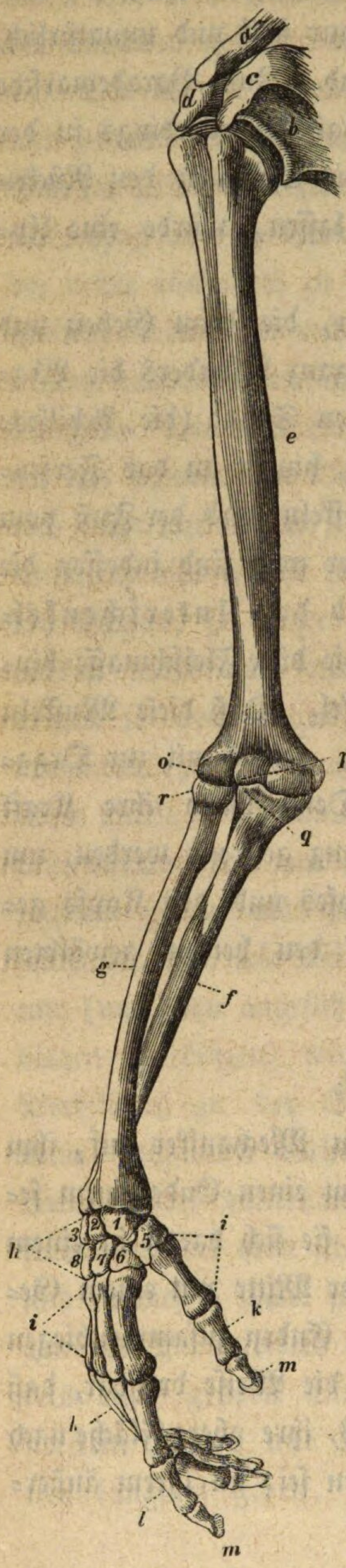
Schwingung eine durch Muskelkraft erzwungene eintreten lassen, so wird die Bewegung nicht nur steif und unnatürlich, sondern auch beschwerlich und ermüdend. Zum Parademarsche ist eine nicht gar zu schnurgerade Haltung allerdings in der Ordnung; beim Sturmlaufe aber die Soldaten den Rücken gerade und die Beine gestreckt halten lassen, würde eine Ungereimtheit sein.

Unter den verschiedenen Muskeln, die beim Gehen und Laufen in Thätigkeit sind, verdienen ganz besonders die **Wadenmuskeln** genannt zu werden, deren Sehne (die „Achillessehne"), die stärkste im ganzen Körper, hinten an das Fersenbein befestigt ist; denn durch diese Muskeln wird der Fuß vom Boden gehoben. Stärker und kräftiger noch sind indessen die **Streckmuskeln der Schenkel- und der Unterschenkelknochen.** Sie bilden größtentheils die dicke Fleischmasse hinten am Becken und vorn am Schenkel. Daß diese Muskeln beim Menschen überwiegend groß sind, gehört mit zur Organisation der aufrechten Stellung. Denn durch ihre Kraft ist es, daß die beiden Beine stark genug gestreckt werden, um sich, von der ganzen Last des Rumpfes und des Kopfs gedrückt, als zwei feste Stangen auf den beiden gewölbten Füßen aufrecht zu halten.

d. Bau der Hand.

Gesetzt, es trüge Jemand einem Mechaniker auf, ihm eine Stange einzurichten, die mit ihrem einen Ende einem festen Körper so lose angeheftet sei, daß sie sich daran in einem Kreise herum schwingen ließe; an ihrer Mitte mit einem Gelenke versehen, damit man ihre beiden Enden zusammenbiegen könne; an ihrer unteren Hälfte auf die Weise drehbar, daß ihre rechte Seite links, ihre linke rechts, ihre obere Fläche nach unten, ihre untere nach oben zu kehren sei; an ihrem äußer-

183.



sten Ende in fünf kleinere Stangen auslaufend, die alle so beweglich sein müßten, daß sie sich in fast alle Stellungen zu einander bringen ließen; das Ganze aber dennoch so stark, daß es wagerecht ausgestreckt, ein Gewicht tragen könne, das sein eigenes weit überträfe, — ich denke, der Mechaniker würde sich gehorsamst bedanken, einen solchen Auftrag zu übernehmen. Sehen wir denn etwas nach, wie die Aufgabe doch in der That in dem menschlichen Arm gelöst ist!

In der flachen Gelenkhöhle des Schulterblattes kann sich das obere, runde und glatte Endstück des Oberarmknochens ungemein frei bewegen. Ringsum ist es jedoch von Muskeln bedeckt, die es kräftig anzuziehen vermögen, und ganz besonders stark ist der Muskel (1 in Fig. 184), der ihn dabei zugleich in die Höhe hebt. Im Ellenbogengelenke läßt sich der ganze Vorderarm so stark biegen, daß die Finger die Schulter berühren, und dazu dienen der „zweiköpfige" und der innere Vorderarmbeuger; an der

Fig. 183. Knochenbau des rechten Arms. (Nach Loder's Copie von Albin: Tabulæ sceleti et musculorum corporis humani. 1749. Tab. 1.) Die Buchstaben und Zahlen wie in Fig. 178.

184.



Rückenseite des Oberarms ist aber ein noch kräftigerer Muskel: „der dreiköpfige Vorderarmstrecker", durch dessen Zusammenziehung der Vorderarm in gerade Linie mit dem Oberarm gebracht wird. Weiter auf die Rückenfläche zurückgebogen zu werden, ist dem Vorderarm im Ellenbogengelenke nicht gestattet. An der Bewegung gegen den Oberarm sind beide Knochen des Vorderarms betheiligt. Die Speiche aber, sonst sein Hauptknochen, ist oben verhältnißmäßig dünn, und mit einer runden Gelenkfläche versehen, womit sie sich um die entsprechende Gelenkfläche des Oberarmknochens drehen läßt. Also gedreht (von der Stellung in Fig. 177 zu der in Fig. 183) wird die Speiche durch zwei Muskeln, die von der Ellenbogenröhre auf sie herabsteigen; zurückgedreht wird sie durch zwei andere, deren einer hier (5) sichtbar ist. Die zahlreichen Muskelflechsen, die vom Vorderarm auf die Hand herabsteigen, werden an seinem unteren Ende von sehnigen, glatten Scheiden umfaßt. Man wird

---

Fig. 184. Die äußere Muskelschicht am rechten Arm. (Nach Loder wie Fig. 183. Tab. 9.) 1: dreieckiger Armheber (m. deltoideus); 2: zweiköpfiger Vorderarmbeuger; 3: innerer Vorderarmbeuger; 4: dreiköpfiger Vorderarmstrecker; 5: langer Rückwärtsdreher.

an der vorliegenden Abbildung die schief zum Daumen herabsteigenden Flechsen gewahr; besser jedoch sehen Sie dieselben an Ihrer eigenen Hand, wenn der Daumen steif in die Höhe gezogen wird. Dicht an dem äußeren Rande der Handwurzel erscheinen namentlich die straffen Sehnen seines langen Abziehers und kurzen Streckers; von diesen beiden durch eine Vertiefung getrennt, liegt die Sehne seines langen Streckers. Die Muskeln, die den Daumen abziehen und biegen, bilden den „Daumenballen". Der kleine Finger hat auch mehre kleine abziehende Muskeln, die ins Gesammt seinen „Ballen" bilden. Zur gegenseitigen Annäherung der Finger dient die Fleischmasse zwischen den Mittelhandknochen. Jeder Finger hat zwei Beugesehnen, und diese liegen in einer gemeinsamen Scheide, die durch eine Reihe von zierlichen Bändern an die Knochen befestigt wird (Fig. 185). Von den beiden Sehnen gehört die oberflächlicher liegende dem zweiten, die tiefere dem dritten Fingergliede.

185.

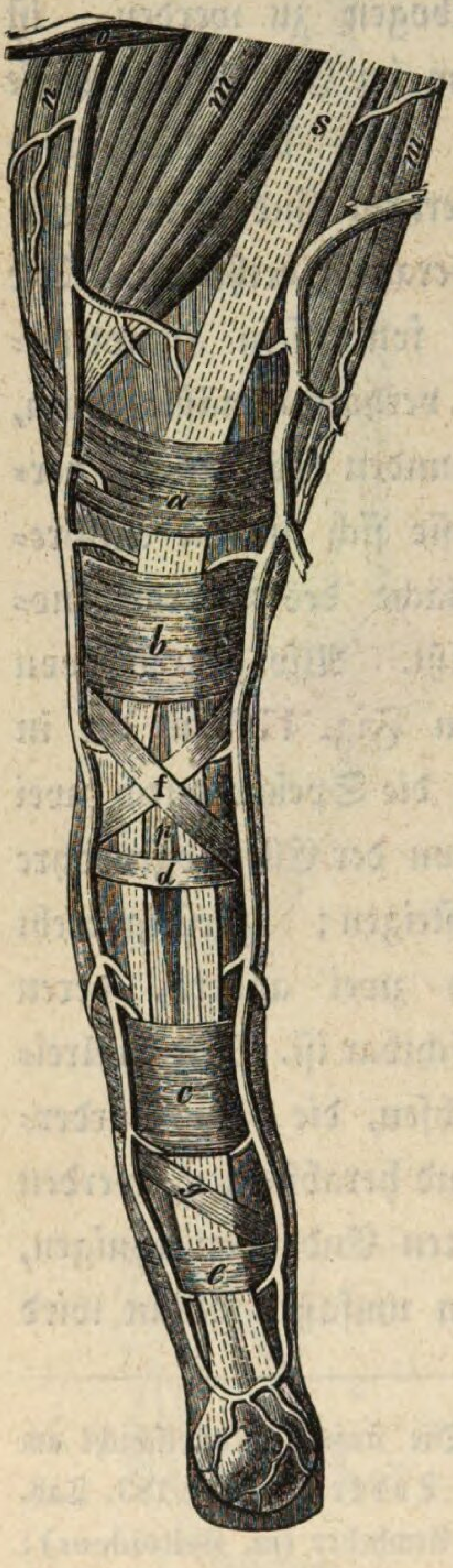
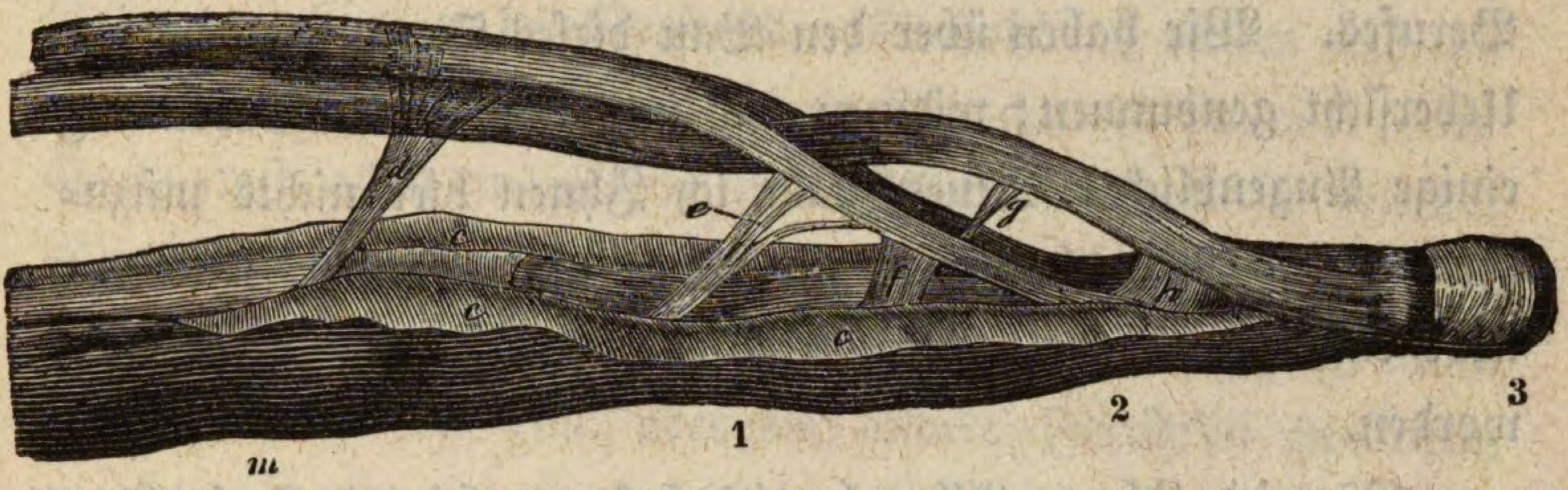


Fig. 185. Muskeln, Flechsen, Sehnenbänder und Pulsadern an der Hohlhandfläche des rechten Zeigefingers. (Nach Tiedemann: Tabulæ arteriarum corporis humani. 1822. Tab. 17. fig. 4.) a, b, c, d, e: Querbänder der Beugemuskelsehnen; f: kreuzförmiges, g: schiefes Band; m, m: Spulwurmmuskeln; n: erster äußerer Zwischenknochenmuskel; o: unteres Ende vom Anzieher des Daumens; p: Flechse des tiefen, s: des oberflächlichen Fingerbeugers.

Am ersten Gliede jedes Fingers spaltet sich aber jene in zwei Schenkel, welche die tieferliegende Sehne zwischen sich aufnehmen und röhrenförmig umschließen, während sie sich ans zweite Fingerglied befestigen. Die beiden Sehnen werden auch noch in ihrer gemeinsamen Scheide von mehren zarten Bändchen in

186.



ihrer Lage gehalten. — Der **Streckmuskeln** haben der Daumen und der Zeigefinger (bisweilen auch der kleine Finger) zwei, die andern Finger nur einen. Am Daumen sitzt die Sehne des kurzen Streckers am ersten, die des zweiten am zweiten Gliede. An allen übrigen Fingern ist nur *eine* Strecksehne vorhanden (am Zeigefinger, und oft auch am kleinen Finger, zwei Muskeln angehörend). Diese einfache Strecksehne sitzt hauptsächlich am zweiten Fingergliede fest, und zwar dicht an seinem Gelenke, giebt aber zwei starke Flechsenhäute ab, die an den Seiten des zweiten Gliedes hinlaufen, darauf zusammentreten, und sich an das dritte Glied anheften.

Also ist für die Bewegung der Finger in jeder Richtung, und für die Sicherheit der Organe dieser Bewegungen aufs Vollständigste gesorgt.

Fig. 186. Der Zeigefinger, an welchem die Scheide der beiden Beugesehnen (c, c, c, c) aufgeschnitten ist. d, e, f, g, h: die verschiedenen Haltbändchen der beiden Sehnen im Innern der Scheide; m: Mittelhandknochen; 1, 2, 3: erstes, zweites und drittes Fingerglied. (Nach *Loder*: anatomische Taffeln. 1794. Taf. 21, Fig. 2.)

e. Bedeutung der Hand.

Der Mensch ist bestimmt, aufrecht zu gehen. Seine Bauchglieder sind so gebaut, daß sie allein seinen Körper tragen und fortbewegen können. Seine Brustglieder sind dadurch frei, die Hand ein ihm eigenthümliches Organ geworden, ein Organ hoher Bedeutung, ein Zeuge seines erhabenen irdischen Berufes. Wir haben über den Bau dieses Organs eine kurze Uebersicht genommen; widmen wir nun noch seiner Bedeutung einige Augenblicke! Neues habe ich Ihnen hier nichts mitzutheilen; im Gegentheil werde ich Ihnen nur angeben, was vor über ein und ein halbes Jahrtausend darüber ausgesprochen worden.

Es wird Ihnen Allen bereits bekannt sein, daß ein Arzt aus dem zweiten Jahrhundert nach Christi Geburt (131 zu Pergamus in Kleinasien geboren), Galenus mit Namen, sowohl bei seinen Zeitgenossen (namentlich in Rom unter den Kaisern Marc Aurel und Commodus), als auch bei den Aerzten späterer Zeit, bis weit in das sechzehnte Jahrhundert hinein, ein unbedingtes Zutrauen fand in Allem, was er gesagt oder geschrieben. Dies war nun freilich für den Fortschritt der Wissenschaft ziemlich störend, und Sie werden leicht einsehen, das sein vor 1700 Jahren geschriebenes Werk über den Nutzen der einzelnen Theile des menschlichen Körpers sich auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft in mancher Beziehung als unvollkommen erweiset. Indessen ist es interessant zu erfahren, mit welcher Liebe und mit wie viel Geist er den einmal vorhandenen Stoff benutzt hat, und namentlich wie er, der heidnische Naturforscher, es verstanden, die Natur von einem rein teleologischen Gesichtspunkte aus aufzufassen. Ich bin nun einmal der Meinung, daß namentlich seine Schilderung von der menschlichen Hand sich sehr wohl noch in unseren Tagen für einen wissenschaftlichen, und

ganz besonders für einen mehr populären Vortrag eignen würde. Urtheilen Sie selbst aus einigen Bruchstücken!

Er sagt: „So wie der menschliche Körper unbewaffnet in die Welt tritt, so ist auch seine Seele ohne bestimmten Kunsttrieb. Als Ersatz für die Nacktheit und Wehrlosigkeit seines Körpers erhielt er die Hand, und für seine ihm angeborne Unkunde erhielt er den Verstand. Sowohl mit diesem wie mit jener bewaffnet, bewahrt er seinen Körper und schmückt seine Seele mit allen möglichen Fertigkeiten. Denn so wie der Mensch, wenn er mit Waffen zur Welt gekommen wäre, stets nur sie allein besessen haben würde, so würde er gewiß, wenn ihm die Natur die eine oder die andere Fertigkeit verliehen, nie bemüht gewesen sein, sich eine andere zu erwerben. Aber weil es besser für ihn ist, alle Waffen und alle Fertigkeiten zu benutzen, so wurde ihm keine von diesen von seiner Geburt an verliehen. Treffend bemerkt Aristoteles, daß die Hand ein Organ sei, das vor allen andern den Vorzug habe, aber treffend und schön sagt auch ein Nachahmer des Aristoteles, der Verstand sei ein Vermögen, das vor allen andern Besitzthümern den Vorzug verdiene. Denn so wie die Hand selbst nicht in einem einzelnen bestimmten Gebrauche ihren Zweck hat, sondern auf mannichfache Weise jedes Geräth zu dem verschiedenartigsten Gebrauch anzufassen vermag, so ist auch der Verstand nicht selbst eine Fertigkeit, sondern das Vermögen, auf mannichfache Weise jede Fertigkeit in den verschiedenartigsten Richtungen sich anzueignen. Weil der Mensch nun vor allen andern Thieren den Verstand als das Vermögen aller Vermögen erhalten, so ist ihm auch die Hand mit vollem Rechte als das Werkzeug aller Werkzeuge verliehen worden."

Ferner: „Laßt uns demnach zuerst diesen Theil des mensch„lichen Körpers genau betrachten, nicht bloß um zu untersuchen,

„ob er nützlich oder passend sei für ein Thier mit Verstand, „sondern ob er überhaupt einen Bau habe, der auf irgend eine „Weise besser sein könnte. Die erste und wichtigste Bedingung für „ein wohlgebautes, menschliches Werkzeug des Fassens muß die „sein, daß es alle Körper, die der Mensch Kräfte genug zu tra= „gen hat, welcher Form und Größe sie auch sein mögen, zu „greifen vermag. Wäre es demnach am besten, daß das Werk= „zeug in mehre Glieder getheilt sei, oder daß es ungetheilt „und steif geblieben? Sollte es wohl erst nöthig sein, mit viel „Worten zu sagen, daß wenn die Hand ungetheilt geblieben, „so würde sie nur eine solche Oberfläche haben berühren „können, die ihrer eigenen gleich wäre? daß sie hingegen, in „viele Glieder getheilt, auch Körper anzufassen vermag, die im „Umfang viel größer sind als sie selbst, und nicht weniger „sicher die allerkleinsten: die größeren Körper, indem sie sie „mit gespreizten Fingern anfaßt, die kleinsten mit zwei Finger= „spitzen. Doch die Theilung der Hand in viele verschiedene „Glieder ist ferner gerade eine solche, die am besten sich eignet, „Körper von allen verschiedenen Formen zu fassen; denn einem „kugelförmigen Körper kann sie sich kreisförmig anschmiegen, und „auch einen Körper mit ebenen oder mit ausgehöhlten Flächen „faßt sie mit Sicherheit, — alle Flächen lassen sich aber entweder „auf die erhabenen, oder die ebenen, oder die vertieften hinfüh= „ren. — Da jedoch viele Körper zu groß sind, um mit einer „Hand gefaßt zu werden, hat die Natur die eine Hand zur „Gehülfinn der anderen gemacht; und wenn beide Hände einen „Körper von zwei entgegengesetzten Seiten greifen, wirken sie „nicht weniger kräftig, als wenn sie eine einzige große Hand „ausmachten. Zu diesem Zwecke sind nun beide Hände einan= „der entgegen gebogen und gleich lang gemacht; denn auch dies „ist zweckmäßig für zwei Organe, die eine und dieselbe Bestimmung „haben. Sieh einmal hin auf alle die Körper, die ein Mensch

„zu greifen vermag von dem größten an, wozu er beide Hände „gebraucht, als z. B. einem Stein oder einem Stück Holz, bis „zum kleinsten, als z. B. einem Hirsenkorn, oder einem ganz „feinen Dorn oder einem Haar, und sieh ihn jeden dieser Kör„per für sich fassen; — jedesmal wirst du finden, daß die „Hand so genau zu dem Gegenstande paßt, als ob sie gebaut „wäre, um nur ihn zu fassen".

Mit derselben Ausführlichkeit beschreibt Galen die Stellung, die Länge, die Weichheit und die Festigkeit der Finger. Ueberall bemüht er sich zu zeigen, daß die Verhältnisse, wie sie eben sind, auch dem Bedarfe des Menschen am allerbesten entsprechen. Den Nägeln schenkt er eine ganz besondere Aufmerksamkeit und zeigt, wie durch ihre Form, ihre Lage und ihre physische Beschaffenheit das letzte Fingerglied, das doch ein so zartes Fühlorgan ist, auch noch als ein hartes Werkzeug sich gebrauchen läßt. Wir können jedoch hier dem alten griechischen Naturforscher nicht weiter folgen, wenngleich die eben gegebenen Proben wohl dazu auffordern möchten. Die Bedeutung der Hand hat Galen vollkommen richtig anerkannt. „Weil der Mensch den Verstand erhalten, deshalb gehört ihm mit vollem Rechte die Hand". Ihre Ausbildung ist keine Folge der Civilisation, sondern eine Folge seiner Bestimmung, als ein Vernunftwesen aufzutreten und zu wirken. Der Gedanke, daß der Mensch im Urzustande auf allen Vieren dahergeschritten und sich allmählig vom Boden erhoben, um den freien Gebrauch seiner Hände zu gewinnen, läßt sich nur mit der Ansicht in Einklang bringen, daß er ursprünglich ein Thier gewesen, bei dem der Verstand erst allmählig entwickelt, und damit zugleich die ganze Organisation durch und durch verändert worden. Denn was der Verstand im Geistigen, ist die Hand im Körperlichen; und in einem und demselben Plane haben nicht nur die Lebensweise und der Bau jedes Organismus,

sondern auch das Geistige und das Körperliche ihren Ursprung.

Also ist denn in der That der aufrechte Gang und die Hand ein wesentlicher Vorzug des Menschen; stolz mag der Mensch sich ob deren Besitz fühlen, — wenn überhaupt das Körperliche zu besitzen seinen Stolz erregen kann, und wenn er es aus den Augen verliert, daß sein Körperliches immer nur Werkzeug im Dienste seines Geistigen ist. Einem vernunftlosen Wesen wäre die menschliche Hand ein unnützes Werkzeug, — ohne Hände hätte der Mensch, wenngleich beschwerlicher und langsamer, das Ziel erreicht, das ihm auf Erden beschieden. „Meinen Sie" — läßt Lessing den Maler Conti fragen —, „daß Raphael nicht das größte malerische Genie gewesen wäre, wenn er unglücklicher Weise ohne Hände wäre geboren worden?" Wenn es mir gestattet sein darf, die Frage zu beantworten, so muß ich nicht nur behaupten, daß er ohne Hände immer noch, nicht nur das größte malerische Genie gewesen, sondern daß sein Genie sich auch noch im Praktischen würde geltend gemacht haben. Glauben Sie vielleicht, daß diese Behauptung nur von vorn herein ohne factische Belege aufgestellt sei, so will ich Ihnen erst den ausgezeichneten französischen Maler Ducornet nennen, der, ohne Arme geboren, mit dem einen Fuß den Pinsel, mit dem andern das Malerbrett faßte, — und dann Sie noch zu meinem nächsten Vortrage einladen, worin ich Ihnen den Beweis der Unabhängigkeit des menschlichen Geistes von den körperlichen Vorzügen zu führen gedenke.

II. Sprachorgane.

(Dieser Vortrag wird hier im Wesentlichen so mitgetheilt, wie er im Juli 1851 in einer allgemeinen Sitzung der skandinavischen Naturforscher in Stockholm gehalten wurde.)

a. Einleitung; b. Instinctsprache; c. Vernunftsprache; d. Geberdensprache; e. Lautsprachen; f. Schriftsymbole; g. Buchstaben; h. Schluß.

a. Einleitung.

Ueber die Sprachorgane und über das Sprachvermögen habe ich Sie auf heute eingeladen, meine Ansichten anzuhören. Es sind diese Ansichten in mir an einem Orte unweit Kopenhagen zur Reife gebracht; dort sind immer, wenn vom Sprachvermögen die Rede ist, meine Gedanken; dort möchte ich im Geiste auch Sie hinführen, um Ihnen diese Ansichten mitzutheilen. So reiche ich Ihnen die Hand, und führe Sie durchs Kopenhagener „Osterthor" auf die Landstraße hinaus, die nordwärts, längs der Küste bis nach Helsingör führt. Es ist ein heiterer Sommertag. Wir werden unwillkürlich von einem Strom fahrender und reitender Touristen, so wie besonders von einer Masse Fußgänger fortgedrängt. Alles eilt nach dem naheliegenden Buchenhaine, Charlottenlund oder kurzweg „der Wald" („Skoven") genannt; Viele gedenken von dort weiter, namentlich nach einem Buchenwalde, „dem Thiergarten", zu fahren. — Verlassen wir jedoch diesen

Menschenstrom, und drehen wir gleich, nicht weit vom Thore, rechts ab, um auf eine kleinere Landstraße zu gelangen, die fast geradesweges auf den Sund zuführt. Wir erblicken das Meer mit segelnden Schiffen reich besäet, am Horizonte die vier Meilen entfernte Küste Schwedens. Vielleicht befinden wir uns gerade allein auf dieser stillen Straße. — Freundliche Landhäuser liegen links und rechts. — Eins von diesen ist viel größer, jedoch nicht minder freundlich als die andern. Vor dem Hause stehen ein paar Kinder. Wir grüßen freundlich, und sie beantworten den Gruß. Wir reden sie an; — sie schütteln den Kopf und zeigen aufs Ohr. Wir wollen uns durch Zeichen verständlich machen; wiederum schütteln sie den Kopf, und zeigen auf die Stirn hin.

Es sind Taubstumme. Wir sind vor dem Taubstummen-Institute Dänemarks. Treten wir hinein, um das dortige Thun und Lassen einmal anzuschauen! — Doch Eins vor allen Dingen. Ja kein Bemitleiden! keine Miene, wodurch dies verrathen würde! Wir könnten sonst den stillen Frieden stören, der im Innern dieses Hauses weilt.

Dort steht ein Knabe und richtet auf uns die großen blauen Augen. Wir wollen uns nach seiner Lebensgeschichte erkundigen. Vielleicht enthält sie so manch belehrenden Wink.

Geboren, dem Anscheine nach, in jeder Hinsicht gesund und wohlgebildet, war seine Stimme ganz wie die anderer Kinder. Er weinte oder schrie, je nachdem er sich unbehaglich fühlte; fuhr auf, so wie er von irgend einem Geräusch aufgeschreckt wurde. Einige Monate sind verstrichen, und die Mutter äußert ihr Wohlgefallen darob, daß der Knabe so fromm ist. „Er muß recht herzensgesund sein", sagt sie, „denn er schreit fast nie, und ist immer guter Dinge". — Das freundliche Anreden, die scherzhaften Tändeleien, so wie die ernstlicheren Drohungen, versteht er so früh, wie nur sonst irgend

ein Kind. Im zweiten Jahre erwarten die Eltern alle Tage, daß er endlich anfange, einige Laute hören zu lassen; im dritten wundern sie sich, daß es damit so lange dauert. Da wissen jedoch Freunde und Freundinnen so viele Geschichten zu erzählen von Kindern, die auch erst im dritten oder vierten Jahre den Mund zum Sprechen aufthaten, und dennoch später gerade sehr berühmte Pastoren und Professoren wurden, daß die Mutter noch so ziemlich beruhigt wird, der Vater schon ein neues Beispiel dieser Art vor sich sieht.

Die Mutter sitzt einmal allein mit ihrem Kinde; sie mit der Handarbeit, das Kind mit seinem Spielzeug beschäftigt. Ihre Augen ruhen mehr auf dem Kinde, als auf der Arbeit. Wie emsig und wie heiter treibt es hin und her! und doch so still, — so lautlos und so stumm. Da fährt ein kalter Schauer ihr durch Mark und Bein. Ein Gedanke erwacht, dem das Wort zu geben, sie nicht die Kraft hat.

Sie ergreift ihr Kind, beschaut seinen Mund, seine Zunge — Alles wohl gebildet. „Er muß es lernen können! Ich habe mir bis jetzt ja auch gar keine Mühe damit gegeben!“ Sie spricht ihm nun erst das Wort vor, das sie am liebsten hören möchte, spricht es wieder und wieder wohl hundert mal. — „Vielleicht ist ihm das M zu schwer“. Ach, auch ein andres Wort von diesem Munde wäre ihr noch Seligkeit! Sie spricht ein andres, spricht ein drittes, viertes. „Ein Wort, nur eine Silbe, nur ein Laut!“ — Es kommt kein Wort, kein Laut; der Mund bleibt stumm. Erschrocken starrt das Kind sie an. Zum ersten Mal versteht es seine Mutter nicht.

Die Ruhe hat sie geflohen; der Schlaf ist von ihren Augen gewichen. Sie weiß, das Kind werde vom Geräusche geweckt. „Es muß also hören können“, meint sie. So hat sie ihre Freude dran, es in der Stille der schlaflosen Nacht zu wecken. Mit dem Fuße tritt sie anfangs leise, dann immer

stärker auf, bis es erwacht. Je früher es geschieht, desto größer ihre Freude. Das Kind ist bald wieder in Schlaf gebracht. „Hören kann es!" Durch diesen Gedanken beruhigt, gewinnt auch sie den Schlaf.

Ein erfahrner Arzt ist gerufen worden. Ruhig beobachtet er das Kind; vergebens versucht die Mutter, in seinen Mienen ihr Urtheil zu lesen. Er überzeugt sich bald, daß kein Blödsinn vorhanden, an welchem es oft liegt, wenn Kinder nicht sprechen lernen. Er prüft nun, ob vielleicht das Kind nur schwerhörig sei; denn gar nicht selten entgeht einem Kinde der Segen, die Muttersprache zu erlernen, weil sie ihm nicht hinlänglich laut vorgesprochen wird. Die Mutter will unterdessen den Arzt in seiner Untersuchung leiten. „Hören kann er", wiederholt sie, „denn er versteht Alles, was ich ihm sage, und er erwacht bei jedem Geräusche". Da spricht der kalte Mann die Worte: „das thut aber ein Kind, das taubstumm" — Mehr hört die Mutter nicht. Gebrochen ist die letzte Hoffnung, verwirklicht der Gedanke jenes Augenblicks, da alle Kerzen erlosch'en am Christbaum ihres Lebens.

Lassen wir jetzt die Mutter in ihrem stillen Schmerz, wie sie sich über ihr Kind neigt, als wolle sie von ihm die Schwere des Kreuzes auf sich übertragen; den Vater, der mit gesenktem Haupte vor sich hin starrt, wo so viele Pläne und Hoffnungen umgestürzt liegen; das Kind, dem auch die schönen Kerzen im ungetrübten Auge seiner Mutter jetzt erloschen sind, — und fragen wir: „wie konnte das Kind, wenn es taubstumm war, dennoch verstehen, was ihm die Mutter sagte, und vom Geräusch geweckt werden?"

b. Instinctsprache.

Sich gegenseitig mittheilen ist der Drang der ganzen mit Bewußtsein begabten Schöpfung; eine Instinctsprache

hat jedes Thier. Sie besteht darin, daß sich die augenblickliche Gemüthsstimmung in der Haltung und in den Bewegungen des Körpers, im Blicke und in den Gesichtszügen, häufig auch in Lauten und Tönen zu erkennen giebt; sie beruht auf der Harmonie des Körperlichen mit dem Geistigen, ist unwillkürlich und angeboren, von selbst verständlich, so wie nur das Bewußtsein erwacht, und zwar nicht allein für Thiere gleicher Art; denn durch sie versteht das eine Thier das andre, das Thier den Menschen, und der Mensch das Thier. Untrüglich ist diese Sprache, vollkommen, wie Alles, was unmittelbar von der Natur stammt. Der Löwe liest in der Haltung, im Blick und in den Mienen des Menschen das Bewußtsein einer höheren Gewalt. Doch wehe dem Wärter im Käfig des gefangenen Löwen, wenn seine Miene nur eine erkünstelte ist! die leiseste Anregung von Furcht wird dem Thiere nicht entgehen, und das Gefühl der eignen Uebermacht in ihm erwecken.

Auch der Mensch hat also eine Instinctsprache. Sie wird bei ihm, wie bei dem Thiere, in der Haltung und in den Bewegungen des Körpers, im Blicke und in den Gesichtszügen, in Lauten und in Tönen mitgetheilt, ist unwillkürlich, angeboren und gleich verständlich. Und schätzen wir sie nicht zu niedrig, diese unwillkürliche, angeborene, gleich verständliche Instinctsprache! Sie ist es, sie und keine andre, die das Kind im ersten Jahre seines Lebens versteht. Kaum aus dem ersten bewußtlosen Zustande seines Daseins erwacht, versteht es den liebevollen Blick der Mutter, und dies ist seine erste Freude. Die Nahrung und die Reinlichkeit verlangt es mit Geschrei; wenn sie ihm gereicht worden, wird es ruhig und schläft ein; doch wie es jenen Blick der Mutter erst gewahrt, da lächelt es zum ersten Mal. Bald versteht es auch das scherzhafte Tändeln, — und lacht. Es faßt sogar die feineren Regungen der Gemüthsstimmung der Mutter; mehr

oder weniger lächelt oder lacht es, je nachdem sie sich ihm ganz ergiebt oder dabei von anderen Gedanken zerstreut ist. Die Instinctsprache der Mutter ist von gewissen Lauten begleitet, und diese Laute erhalten für das Kind die Bedeutung des Ausdrucks, den sie zu begleiten pflegen. Darnach gewinnt es sie mehr oder weniger lieb oder unlieb. Später erst bemerkt es, daß es nach einem gewissen Laute an die Brust oder in die Wiege gelegt wird, daß nach einem andern der Vater oder die Schwester erscheint, und diese Laute erhalten fürs Kind die Bedeutung des Säugens, des Schlafens, des Vaters, der Schwester; wie denn in der That auch manche Thiere auf diese Weise die Bedeutung einzelner Wörter auffassen, und z. B. das Pferd in der Reitschule dem Commandoworte oft gehorcht, bevor ihm der Reiter das gehörige Zeichen gegeben.

Die Instinctsprache ist also anfänglich fürs Kind das Mittel, wodurch es die Bedeutung der Wörter erlernt. Eine Zeit lang versteht es diese nur, indem sie mit der richtigen Betonung ausgesprochen und von dem angemessenen Blick und Mienenspiel begleitet werden, später erst für sich allein. Doch hängt der Mensch das ganze kindliche Alter hindurch mit Liebe an der angeborenen Instinctsprache. Die Worte an und für sich lauten ihm kalt und langweilig, und finden keinen Anklang im kindlichen Herzen. Das Kind liebt seines Gleichen, die sich auch noch jener angebornen Sprache mit den Worten zugleich bedienen; liebt die Wärterinn vom Lande, deren Mienenspiel und Betonung ihm leichter verständlich sind, wogegen das gezierte Wesen der Städter ihm kalt und fremd bleibt, die trocknen Ermahnungen des alten Schulmeisters gar ein Gräuel sind. Wenn das Wort mit der begleitenden Instinctsprache nicht im Einklang steht, so traut es nicht jenem, sondern dieser. „Garstiges Mädchen!" liebevoll ausgesprochen, wird als ein Liebkosen aufgenommen;

„trefflicher Knabe!“ kalt ausgesprochen, als Spott. Im Laufe der Jahre verliert die Instinctsprache, gewinnt hingegen das Wort an Bedeutung, besonders beim Manne; und in den Mienen des erfahrnen Diplomatikers ist oft kaum mehr zu errathen, wie seine Stimmung eigentlich ist. Der Mann will sich und Andre nur nach den gesprochenen Worten und vollführten Thaten beurtheilt wissen; jene Instinctsprache zu beachten, ist seine Sache nicht. Bei dem schönen Geschlechte ist es anders. In allen Dingen mehr vom Kindlichen bewahrend, für Alles, was angeboren, unwillkürlich und natürlich ist, einen feineren Takt besitzend, bewahrt es auch immer den Sinn für diese Sprache; und nicht nur das junge Mädchen bleibt bei der logisch überzeugenden Beweisführung einer Liebeserklärung kalt, fühlt hingegen bei der stummen Liebessprache ihr Herz klopfen; auch die erfahrne Frau warnt ihren Mann, trotz aller seiner Gründe, vor Dem und Jenem, und am Ende zeigt es sich, daß sie sich hat richtig leiten, er sich hintergehen lassen. „Die Frau habe es durch eine Inspiration vorhersehen müssen“, heißt es dann wohl, — doch hat sie nur im Auge des Verräthers Das gelesen, was nicht im Worte lag. In einem früheren Vortrage (Pag. 388) hieß es: „Im Blicke liegt aber etwas Anderes noch, was anatomisch kaum auf irgend eine befriedigende Weise zu beschreiben ist, Etwas, wodurch die augenblickliche Gemüthsstimmung in allen ihren zartesten Bewegungen richtiger und treuer verkündet wird, als wir sie durch irgend eine andere Sprache mitzutheilen vermögen“. Was ich mit diesen Worten gemeint, wird Ihnen jetzt vollends klar sein.

Halten wir sie in Ehren, jene unwillkürliche, angeborene, von selbst verständliche Sprache, die ich die Instinctsprache genannt! Sie giebt dem Worte sein Leben; sie zeigt an, wie es zu verstehen ist, ja durch sie wird das Wort selbst erst erlernt. Der Säugling versteht, was ihm die Mutter sagt; doch

nicht die Worte versteht er, wie wohl die Mutter wähnt — und wie sollte er wohl auch die fremden Wörter ohne Dollmetschung verstehn? — in den Mienen und dem Blick liest er die Gemüthsstimmung, und darin versteht auch das taubgeborene Kind sie zu lesen; ferner in der Betonung, und daran erkennt auch das blindgeborene Kind den Sinn der ersten Anrede.

Taub war also jenes Kind von Geburt. In der Anrede faßte es nur die begleitende Instinctsprache auf, und zwar durchs Gesicht; im Geräusche nur die Erschütterung und zwar durchs Gefühl (Vergleich Pag. 383). Das Gehör ist ihm versagt; Laut und Ton werden ihm zeitlebens unbekannt und unbegreiflich bleiben.

„Taub, — allein warum auch stumm?" hatte es auch an den Sprachorganen einen Fehler?" Ganz gewiß nicht. Das taubgeborne Kind ist immer stumm zugleich. Anfangs schreit es zwar, wie andre Kinder; auch vermögen die Taubstummen im Allgemeinen so laut zu schreien, wie nur irgend Einer; doch weil sie selbst weder ihre eigne Stimme, noch die Stimme Andrer je vernehmen, werden sie schon sehr früh still und lautlos; denn jede Sprache, und auch die Instinctsprache bedarf eines Anklanges, eines Wiederhalls, damit sie nicht verstumme. Am Blinden verliert sich das Mienenspiel; auch der Singvogel wird stiller, wenn er keinen seines Gleichen singen hört; und hörte er seine eigne Stimme nicht, so würde auch er verstummen.

„Doch wenn nun jener Knabe wirklich eine Stimme hatte, und alle seine Sprachorgane wohlgebildet waren, so müßte er ja auch, wenn daran viele Mühe gewendet worden, das Sprechen haben lernen können, wie dies bekanntlich mit andern Taubstummen der Fall ist; und warum wollte dies denn der armen Mutter gar nicht gelingen?" Es war zu früh.

Wenn es richtig wäre, was gemeiniglich angegeben wird, daß nämlich die Kinder die Aussprache dadurch lernen, daß sie dem Anredenden die Bewegungen des Mundes ablauern und nachmachen, so wäre es der Mutter am Ende auch wohl gelungen. Die Angabe ist aber nicht richtig. Ein Kind lernt sprechen, wie es singen lernt. Es hört den Ton, will ihn nachmachen, und ohne auch im mindesten zu wissen, welche Muskeln, welche Theile überhaupt dazu in Thätigkeit zu setzen sind, ist auch der Ton gleich da. Denn nur das Resultat der Bewegungen ist, wie solches in der Nervenlehre Ihnen erklärt worden, dem im Gehirn obwaltenden Bewußtsein unterlegt; die Ausführung des Resultats besorgt, uns unbewußt, das Rückenmark. Nur muß der Wille ganz bestimmt und sicher sein. Was man nicht kennt, kann man nicht ausführen wollen, und der Taube kennt weder Laut noch Ton.

Als nun die Mutter ihrem tauben Kinde die Wörter vorsprach, hörte dieses nicht nur nicht die Wörter, es schaute auch nicht einmal auf ihren Mund; denn die Bewegungen des Mundes zur Bildung der Consonante gehören nicht zur Instinctsprache, und sind dem Kinde somit unverständlich und gleichgültig. Es schaute in das Auge und in das Mienenspiel der Mutter; es las darin den Seelenkampf der bangen Mutter, und erschrak.

c. Vernunftsprache.

Die bange Ahnung ist erfüllt. Ihr Kind ist taubstumm. Wir haben die Familie in jenem Augenblick verlassen, da ihr Schicksal entschieden wurde. Wäre es Ihnen Recht, noch einen Blick in ihr häusliches Leben hineinzuwerfen?

Sechs Jahre sind seitdem verstrichen. „Wie ist es den armen Aeltern unterdessen gegangen?" — Die Zeit heilt alle Wunden. Die Mutter liebt den taubstummen Knaben fast vor

ihren andern Kindern. Auch hängt er ja an ihr mit Leib und Seele. — Der **Vater**, dessen ersten Pläne und Hoffnungen in Trümmer zusammen fielen, hat sich neue Paläste aufgebaut. „Ein großer Maler oder Architekt wird aus diesem Jungen ganz gewiß!" Von seinen andern Kindern spricht er lange nicht so viel, noch mit so großer Freude, als von ihm. „Sie sollten nur sehen, wie er sich verständlich zu machen weiß! Neulich wollte er erzählen, daß er von einem Wagen fast übergefahren wäre; und wissen Sie, wie er es machte?" — „Nun?" — „Erst so, dann so, und endlich so! Ich verstand ihn freilich nicht, aber seine Brüder und Schwestern verstanden ihn gleich." — „Wie hat er denn diese sonderbare Sprache gelernt?" „Ja, das mögen Sie wohl fragen. Von Niemand hat er sie gelernt! Er hat sie selbst erfunden. Wir andern haben sie erst von ihm gelernt."

Nehmen wir ihn auch selbst noch einmal vor, den armen Knaben, dem in jenem Augenblicke das schwarze Loos gezogen wurde. Wohl mag er schon damals gefühlt haben, daß ihm etwas Trauriges widerfahren. Nicht als ob er von seinem Mangel auch nur die geringste Vorstellung gehabt. Doch wie er erst schon in den Mienen seiner Mutter Etwas las, das ihn erschreckte, so fand er von nun an in Aller Blicke, statt der Freude ihn zu sehen, das unglückselige **Bemitleiden**, das dem frohen Kinde die größte Qual ist.

Bald merkt er auch, daß man nicht ihn so gut als Andre versteht. Woher es kommt, begreift er lange nicht. Daß die Andern sich durch den Mund verständlich machen, muß ihm schwer zu fassen sein; denn sie sehen sich den Mund ja oft kaum an. Und dabei nehmen sie sich es so leicht, während er selbst sich so viel Mühe giebt, um sich verständlich zu machen.

Die Instinctsprache hat er sich weiter ausgebildet. Die Hand, dies für alles menschliche Treiben und Wirken anwendbare

Werkzeug, und der Zeigefinger, dessen Gebrauch das Bestimmte in der Bezeichnung angiebt, spielen dabei eine Hauptrolle. So weiß er, die Gegenstände, von denen er etwas mitzutheilen hat, entweder unmittelbar anzuzeigen oder bildlich darzustellen; was er darüber meint, drückt er in Mienen aus, — allmählig gewinnt er für alle Gegenstände, Handlungen und Eigenschaften, die in seinem Gedankenkreise liegen, eigene Zeichen. Die Geschwister und die Mutter verstehen diese Zeichen leicht, und wissen sie selbst anzuwenden; und somit hat er zuletzt in der That eine neue Sprache erfunden, eine Sprache, die von jener Instinctsprache ganz verschieden ist, und die schon den Namen einer Vernunftsprache verdient.

Hier haben wir ein neues Beispiel von der Kraft des menschlichen Geistes. Dem Menschen als einem Vernunftwesen gehört die Hand, doch weiß er ihren Mangel zu ersetzen; allein nicht weniger gehört ihm eine Sprache, von der der Thiere ganz verschieden, eine Vernunftsprache, d. h. eine solche, die nicht allein für die Stimmung des Augenblickes, sondern auch für alle bekannte Gegenstände, wenn auch durch Zeit und Raum enfernt, für ihre Eigenschaften und ihre Thätigkeit, bestimmte Zeichen hat. Wird ihm eine solche Sprache mitgetheilt, so lernt das Kind sie mit einer höchst auffallenden Leichtigkeit; und liegt ihm ein unüberwindliches Hinderniß im Wege, sie zu lernen, — so erfindet er sich selbst eine solche Sprache!

Denn eine Vernunftsprache gehört zu den Bedürfnissen des geistigen Lebens im Menschen. Mit dem Thiere und mit den Pflanzen hat der Mensch eine in jedem Individuum sich wiederholende organische Lebensgeschichte gemein; mit dem Thiere auch noch eine geistige Entwickelungsgeschichte, die in einer und derselben Art im Wesentlichen bei jedem Individuum dieselbe ist. Allein im Gegensatz zum Thiere ist das geistige Leben jedes Menschen außerdem noch

ein Glied in einer durch das ganze Menschengeschlecht fortschreitenden, geistigen Lebensgeschichte. Das eine Individuum hat dem andern, die eine Generation der folgenden, nicht nur die Gemüthsstimmung des Augenblickes, sondern auch noch die Erfahrungen aus der vergangenen, die Ansichten über die kommende Zeit mitzutheilen. Diesem natürlichen Drange entspricht das Vermögen, einer Sprache sich zu bedienen mit besonderen Ausdrücken oder Zeichen für die einzelnen, mit gemeinsamen für die gleichartigen Gegenstände, Eigenschaften, Handlungen und Begriffe; und ferner das Vermögen, eine solche Sprache schnell zu lernen, wo dazu Gelegenheit ist, — sich selbst eine zu bilden, wo sie fehlt.

d. Geberdensprache.

Fürs kindliche Spiel und Treiben, fürs ganze häusliche Leben im kindlichen Alter hat unser Knabe mit seiner selbstgemachten Zeichensprache lange fortkommen können. Wie nun aber die Geschwister und Spielkameraden anfangen in die Schule zu gehen, da erwacht auch bei ihm der Trieb zum Lernen. Besonders sind ihm die Bücher ein Räthsel, das zu lösen ihn verlangt. Und so wird er denn im zehnten Jahre seines Lebens aus dem väterlichen Hause ins Taubstummeninstitut gebracht. „Wie ging es ihm wohl hier, dem armen Knaben, von seinen Eltern und Geschwistern getrennt, unter lauter Fremden, die seine Sprache doch wohl kaum verstanden?"

Die gewöhnliche Form der Mittheilung in dem Taubstummeninstitute Dänemarks ist die sogenannte „Geberdensprache". Sie ist eine ziemlich vollkommene Vernunftsprache, indem sie für jedes gebräuchliche Wort ein Zeichen besitzt, ein Symbol, das in einer gewissen Stellung oder Bewegung der Hände oder der einzelnen Finger besteht. Wie z. B.

187.



Mann

188.



gut

189.



Du

190.



sollen

191.



beten

192.



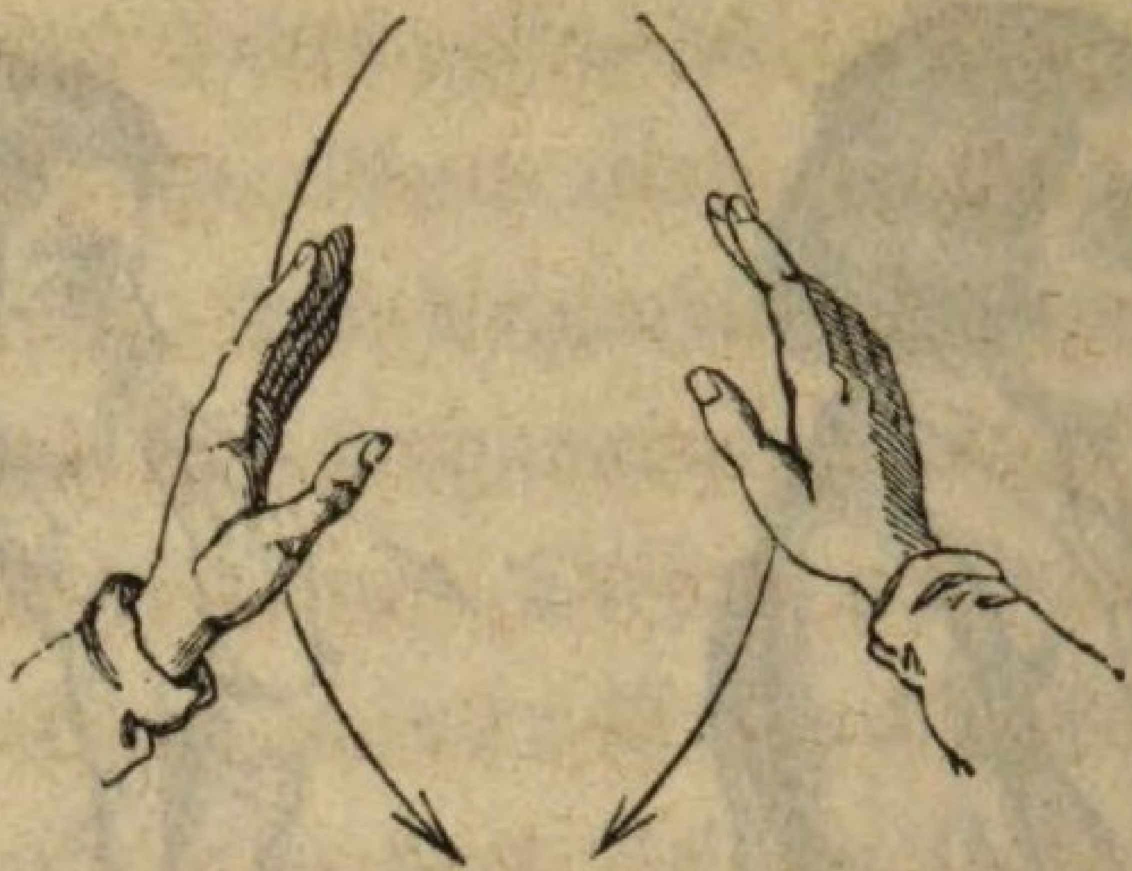
Gott

193.



ein

194.



Alle

195. 196.





Mann Frau

Mensch

197.



198.



essen trinken

Aus diesen wenigen Beispielen wird es Ihnen schon einleuchtend sein, daß einige Gegenstände durch eine Hinweisung bezeichnet werden (Fig. 192: Gott, Fig. 189: du), andere durch eine flüchtige Skizze, die sich doch meistens auf eine characteristische Stellung oder einen characteristischen Theil desselben beschränkt (Fig. 187: „Hut abnehmen" für „Mann"; Fig. 196: weibliche Brust für Frau); daß ferner die Handlungen gewissermaßen pantomimisch dargestellt werden (Fig. 191: beten, Fig. 197: essen, Fig. 198: trinken). — Jedes Zeichen ist ein Wort; wie jedoch in den Sprachen im Allgemeinen zwei Wörter zu einem sich vereinen lassen, so auch in der Geberdensprache zwei dieser Zeichen (Fig. 195 und 196: Mann und Frau statt Mensch). — Gramatikalische Beugungen der Wörter finden nicht Statt. „Du, sollen, beten, Gott, ein" (Fig. 189—193) heißt: „du sollst nur einen Gott anbeten". — Hülfs-Verba und Verbindungswörter werden auch nicht angewandt. „Mann, gut" (Fig. 187—188) bedeutet „der Mann ist gut"; „Alle, Mann-Frau, essen, trinken" (Fig. 194—198): „alle Menschen essen und trinken".

„Wie unvollkommen muß doch eine solche Sprache sein!" werden Sie sagen. Vielleicht doch nicht so unvollkommen, als Sie meinen. Der Director des Instituts, Hr. Pastor Heiberg, bat mich bei einem früheren Besuche eine kleine Geschichte aufzuschreiben, welche dann einer der Lehrer (Hr. Gram, der selbst taubstumm ist) den Schülern der ersten Klasse, aus welcher sie zur Confirmation gelassen werden, in der Geberdensprache wiedergeben würde. Ich wählte die bekannte Geschichte von dem Reiter, der seinen Mantelsack verlor, das Anbellen seines Hundes für einen Anfall von Wuth annahm, ihn erschoß; später, seinen Verlust wahrnehmend, zurück ritt und den Hund sterbend auf dem Mantelsacke fand. Diese Geschichte wurde also vom Lehrer in der Geberdensprache darge-

stellt. Die taubstummen Schüler nahmen darauf Griffel und Tafel, und schrieben sie in der dänischen Sprache nieder. Ich las, was Jeder geschrieben, und es war mir höchst interessant, die Verschiedenheiten in der Auffassung wahrzunehmen. Durchgängig war die Orthographie correct. Nur denken Sie sich nicht eine rhetorische Darstellung! Die Erzählung war meistens in vielen kleinen Sätzen wiedergegeben, wie z. B. „Der Mann reitet; der Mann hat einen Mantelsack“ (Einige hatten: „Bündel“, Andre: „Packen“ u. s. w.); der Hund läuft neben dem Mann; der Mann liebt den Hund sehr; der Hund bellt; der Hund beißt den Mann; — der Hund liegt auf dem Sack; der Hund leckt dem Manne die Hand; der Hund stirbt“. — Einige jedoch hatten die Sätze weit besser geordnet; Andre hingegen hatten die Geschichte zum Theil mißverstanden, z. B. zwei Hunde angenommen, von denen der eine erschossen wurde, der andere den Sack bewachte u. s. w. — Sehr anziehend war es zu sehen, als ein kleiner Knabe die Geschichte auch noch in der Geberdensprache wiederholte. Die lebhafte Mimik und Gesticulation, die die Darstellung des Lehrers begleitet hatten, fehlten gänzlich, und die scharf und bestimmt ausgesprochenen Fingerstellungen des Lehrers wurden an den kleinen Händchen abgerundet und zierlich wiedergegeben. Wenn man eine Zeit lang an diesem lautlosen und doch regen Leben Theil nimmt, wird man am Ende so tief darein versetzt, daß man in den Mienen und dem Blicke der aufmerksamen Taubstummen ein Horchen zu gewahren, in den schüchternen Fingerzeichen des Kindes eine in kindlicher Einfalt hergeplapperte Erzählung zu hören meint.

„Wie schwierig muß es aber sein, eine solche Zeichensprache zu erlernen und gebrauchen! Wie lange Zeit brauchte wohl dazu unser Knabe, nachdem er hier angekommen?“ — Ich werde es Ihnen sagen; denn errathen würden Sie es nicht.

Das Meiste verstand er sogleich oder lernte er in den ersten Tagen; nach einer Woche wußte er sich hinlänglich damit zu behelfen, nach zwei oder drei so gut wie irgend ein Anderer. Wohl mag ihm Alles hier beim ersten Blick als eine neue Welt erschienen sein. Doch diese Welt gefiel ihm gerade recht. Hier fand er seines Gleichen, in deren Mienen kein Bemitleiden, kein fremdes Staunen; Kameraden, deren Sprache, seiner eignen ähnlich, leicht verständlich, leicht gelernt war. Hier fand er seine wahre Heimath, sein Vaterland. — Denn wo man mich versteht, da ist mein Vaterland.

Unglaublich leicht lernt bekanntlich jedes Kind eine fremde Sprache. Nicht aus den Büchern freilich, doch durch den Umgang, besonders mit andern Kindern, im Spiel und in dem ganzen Treiben seiner Nächsten. War uns doch auch die Muttersprache eine fremde, als wir sie im zweiten Jahre unseres Lebens lernten! Und dazu sind noch die Wörter der Geberdensprache mehr oder weniger skizzirte Bilder der Gegenstände selbst. Die Bedeutung ganz fremder Zeichen geht leicht aus dem Zusammenhange hervor, und so verstehen sich denn auch die Taubstummen aus verschiedenen Schulen ganz leicht. Es besuchte einst ein solcher Fremder das Institut. Die Schüler sammelten sich um ihn herum, und als er fort war, kamen Einige zum Director, um ihm von dem Besuche etwas zu erzählen. — „Nun, konntet Ihr ihn verstehen?" — „Ja, wir konnten ihn gut verstehen. Er hatte eine häßliche Sprache". — „Wie so?" — „Weißt du, was er

199.



(gelb. Ursprünglich das Zeichen für den Griff an der Thür, dann für das Messing, und endlich für die Farbe desselben).

nannte?"

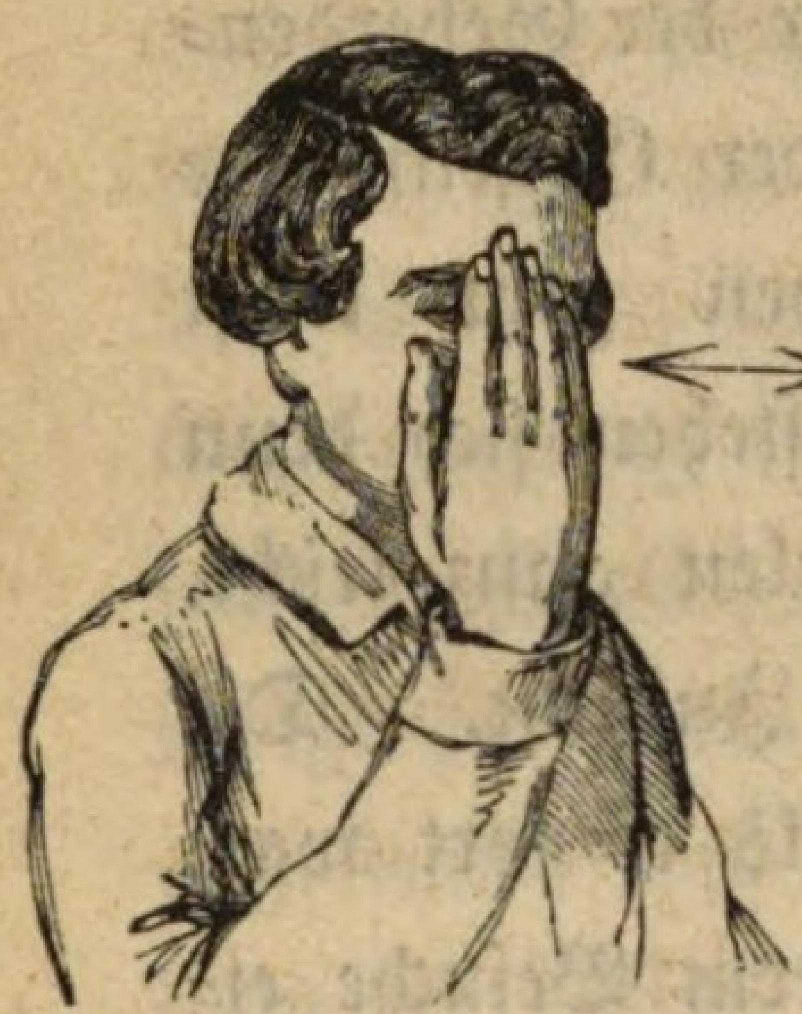
— „Nun?"

200.



„Pfui, abscheulich!" — „Ja, und weißt du, was er

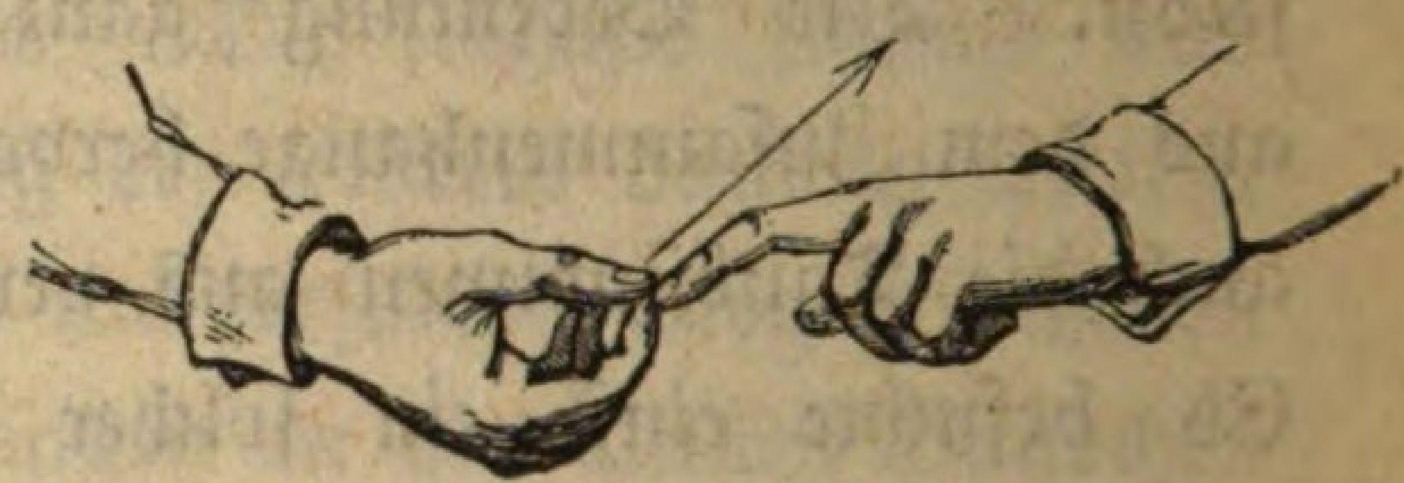
201.



(schwarz)

nannte?" —

202.



„Ja, Ihr habt Recht. Eine häßliche Sprache! Eure Sprache ist hübsch". — Und die Knaben sprangen froh von dannen.

e. Lautsprachen.

Die Taubstummen lernen also die Geberdensprache so leicht, und leichter noch, als die Hörenden die mütterliche Lautsprache. Einer Sprache kann der vernünftige Mensch nicht entbehren,

und findet er keine für ihn anwendbare vor, so bildet er, wie wir gesehen, selbst sich eine.

Demnach sind denn die Sprachen ganz gewiß so alt, als das Menschengeschlecht. Gesetzt, es wäre dem Menschengeschlechte kein Gehör verliehen worden, so würden schon die ersten Menschen, als Vernunftwesen, sich eine ihrem Bedarfe entsprechende Zeichensprache, einfach wie die unseres kleinen Knaben, gebildet haben; allmählig wäre diese zu einer Geberdensprache, ähnlich der in unserem Taubstummeninstitute ausgebildet, und dann noch bei zunehmender Civilisation weit vollkommener geworden. Dem Hörenden ist nun aber eine Lautsprache bequemer, und es mag angenommen werden, daß schon ursprünglich alle diejenigen Gegenstände, die entweder einen Laut selbst hervorbringen, oder sich durch einen solchen bildlich darstellen lassen, durch einen solchen bezeichnet geworden. Dies sind die sogenannten „Onomatopöien“. Adam gab jedem Thiere einen Namen, heißt es im alten Testamente, und sicherlich war der Name zunächst immer eine Nachahmung des an ihm hörbaren Lautes. Nicht unwahrscheinlich mag es indessen sein, daß manche Gegenstände auch ursprünglich nur ihre Geberdezeichen gehabt, die erst später von willkürlichen „Lautsymbolen“ ersetzt wurden. Auch das kleine Kind hat sein Gefallen an den Onomatopöien. Es nennt den Hund „Wauwau“, den Hahn „Küchelekü“, und mag es gern, wenn die Wärterinn noch eine Zeit lang diese selbstgemachten Namen an die willkürlichen der Muttersprache knüpft. Doch wissen wir, wie unbegreiflich schnell das Kind auch diese willkürlichen Namen verstehen und anzuwenden lernt; um deren Ursprung kümmert es sich, wenn es sie erst versteht, auch nicht im mindesten. — Wie sollte es uns denn wundern, wenn das taubstumme Kind die Zeichen der Geberdensprache, wenn auch mitunter höchst willkürlich, mit ungemeiner Schnelligkeit verstehen und anzu=

wenden lernt, und sich um ihren Ursprung gar nicht kümmert? Als Beispiel könnte jenes Zeichen für die gelbe Farbe (Fig. 199) genannt werden; als ein andres mag das Zeichen für den Namen „Franz" dienen. Es besteht darin, daß man die rechte Backe mit der Fingerspitze drückt, und der Ursprung dieses Zeichens würde wohl kaum zu ergründen sein, wenn er nicht in einem Berichte von dem ersten Director, Castberg, aus dem Jahre 1818 angezeichnet stünde. Einer der Knaben hatte nämlich bei seiner Aufnahme ins Institut eine Wunde an der rechten Backe, und hieß Franz.

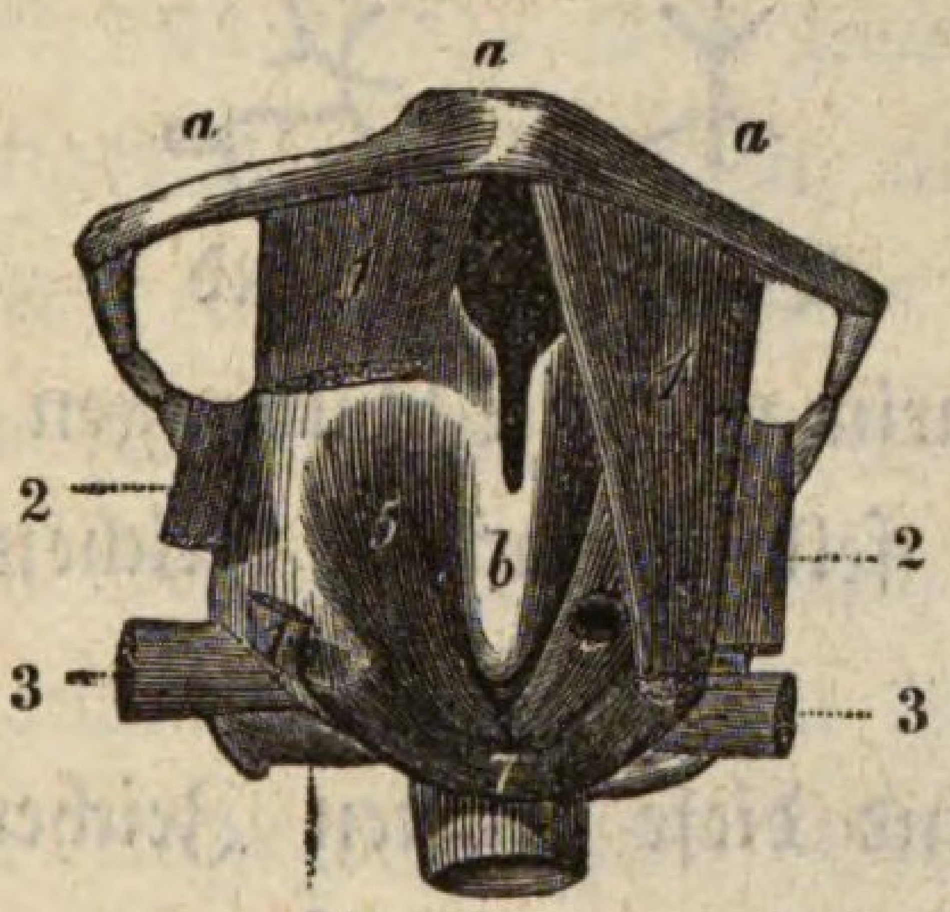
Aus Allem, was nun hier gesagt worden, ist es sattsam klar, daß der unschätzbare Vorzug des Menschen, eine Vernunftsprache zu besitzen, nicht im Körperlichen, sondern im Geistigen seine Wurzel hat. Mit der Vernunft begabt, hat auch der taube Mensch eine Vernunftsprache; mit allen körperlichen Mitteln ausgestattet, hat das vernunftlose Thier sie nie. Es hört den Klang der Wörter, erinnert sich mitunter, was darauf folgt, lernt sogar sie nachzuahmen (wie der Papagei); doch ist und bleibt ihm die Vernunftsprache so fremd, als dem Tauben der Ton, dem Blinden das Licht.

Mehrmals schon ist Ihnen das Gehör als Bedingung fürs Sprechen erwähnt worden. Das Gehör ist ja aber nur eine Bedingung, um die Lautsprache aufzufassen; um sich selbst in ihr mitzutheilen, um wirklich sprechen zu können, gehört ja doch eine andere körperliche Eigenschaft. „Weshalb ist also bis jetzt noch gar nicht von den Sprachorganen die Rede gewesen, in denen der menschliche Organismus doch wohl ganz besonders bevorzugt ist?" — Sie haben um so vielmehr ein Recht, mir diese Frage zu machen, als ich Ihnen ja gerade versprochen hatte, heute diesen Vorzug des Menschen zu erklären. Es war aber eben meine Absicht, — hier sei es Ihnen gestanden — das Sprachvermögen des Menschen als ein

Vermögen zu schildern, das einzig und allein im Geistigen begründet ist, und folglich auch nicht im Mindesten auf irgend einem Vorzuge im Körperlichen beruht. Um dies geistige Vermögen geltend zu machen, weiß der Taube sich mit seinen Augen und seinen Händen, — der Hörende mit seinen Ohren und mit gewissen Theilen in den Luftwegen zu behelfen, die den Säugethieren im Allgemeinen nicht weniger als ihm verliehen sind. Es sind nämlich Theile, die außerdem noch einem andern Zwecke, namentlich zum Schutz der Luftröhre, dienen.

„Allein diese „Sprachorgane" sind doch wohl beim Menschen vollkommner gebaut?" Keinesweges! An einem Affen habe ich sogar die Beobachtung gemacht, daß die sogenannte „Stimmritze", in welcher eben die Laute und Töne gebildet werden, mit Muskeln reichlicher als beim Menschen versehen ist. Erlauben Sie, daß ich Ihnen zur gefälligen Ansicht gerade den Kehlkopf dieses Thieres vorlege.

203.



204.



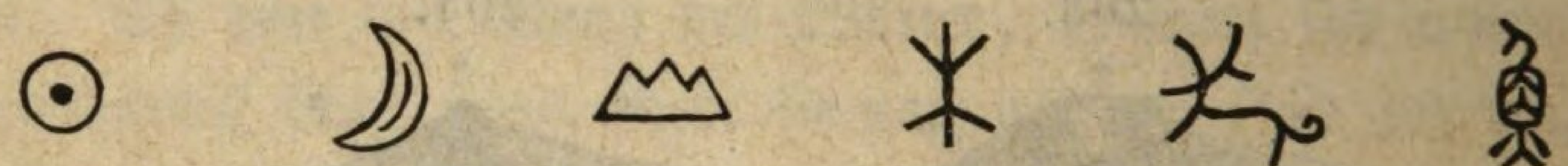
Fig. 203 und 204. Kehlkopf eines langarmigen Affen (Hylobates albimanus). Natürliche Größe. (Nach einer Abhandlung von mir in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1834. Taf. 2.) a, a, a: Zungenbein; b, b, b: Schildknorpel; c: Ringknorpel; d, d: Gießkannenknorpel; e: Kehldeckel; f, f: Gießkannen-Kehldeckelknorpel; g: die durchgeschnittene Luftröhre. — 1, 1: Zungenbein-Schildknorpelmuskel; 2, 2: Brustbein-Schildknorpelmuskel; 3, 3: Schildknorpel-Schlundkopfmuskel; 4, 4: unterer, 5: oberer, 6: innerer Ring-Schildknorpelmuskel; 7: querer Schildknorpelmuskel; 8, 8: hinterer Ring-Gießkannenmuskel; 9: querer Gießkannenmuskel.

Von den hier dargestellten Muskeln fehlen dem Menschen die mit den Zahlen 5, 6 und 7 bezeichneten; nur mittelst der übrigen wird seine Stimmritze in die verschiedenen Stellungen und Spannungsgrade versetzt, wodurch beim Ausathmen die Töne, selbst in der ganzen Mannichfaltigkeit ihrer Höhe und Tiefe bei dem Sänger und der Sängerinn, entstehen.

f. Schriftsymbole.

Der Drang des Menschen, sich Andern mitzutheilen, ließ sich durch die Entfernung nicht beschränken. Es galt, für jedes Wort ein Zeichen zu erfinden, um den durch Raum und Zeit Entfernten mitzutheilen, was man fühle, was man denke. Die Schriftsprache ward erfunden.

Wenn der Ursprung der Lautsprache, wie wir gehört, auf den des Menschengeschlechts zurückgeführt werden muß, läßt sich der der Schriftsprache hingegen geschichtlich nachweisen. Betrachten wir einmal einige Beispiele aus der ältesten chinesischen Schriftsprache*)!



Sonne Mond Berg Baum Hund Fisch.

Sie bestanden aus ungemein rohen Abbildungen der Gegenstände selbst, etwa wie die selbstgemachten Zeichen unseres taubstummen Knaben.

Im Verlaufe der Zeit sind diese ältesten Zeichen bedeutend ausgeartet, namentlich auf folgende Weise:

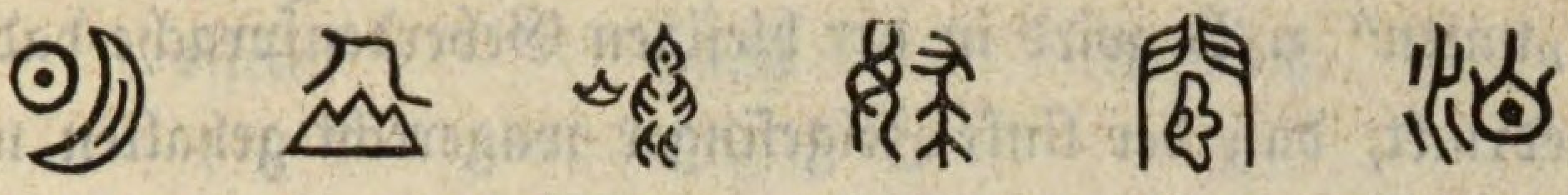
日 月 山 木 犬 魚

Sonne Mond Berg Baum Hund Fisch.

Man möchte sie mit den ausgearteten, oft höchst undeutlichen, anscheinend ganz willkürlichen Zeichen der Geberdensprache zusammenstellen.

*) Sämmtliche chinesische Zeichen sind aus Abel-Rémusat (Élémens de la grammaire chinoise. Paris 1822) entnommen.

Aus den einfachen Zeichen entstanden zusammengesetzte, wodurch gewisse Eigenschaften, Handlungen und Begriffe sich ausdrücken ließen. Wie z. B.



Licht Eremit Gesang Weib hören Thränen.

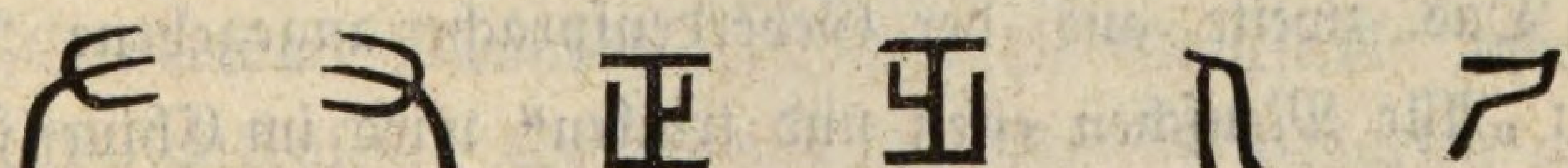
Welche Zeichen auch noch jetzt bestehen, folgendermaßen abgeändert:

明 仙 鳴 婦 聞 泪

Licht Eremit Gesang Weib hören Thränen.

Das Licht ist als Sonne und Mond, der Eremit als ein Mann auf einem Berge, der Gesang als ein Mund und ein Vogel, das Weib als ein Frauenzimmer und ein Besen, das Hören als ein Ohr an einer Thür, die Thränen als ein Auge mit fließendem Wasser dargestellt. — So bezeichnen ja auch die Taubstummen z. B. den Menschen als: Mann und Frau (Fig. 191 und 192), und zwar nicht nur galanter, sondern auch richtiger als die Chinesen, und sogar als die Franzosen und Engländer, die für „Mensch" und „Mann" nur einen und denselben Namen haben. (Die Grönländer haben dagegen nur einen Namen für Mensch und „Grönländer"; für alle andre Nationen haben sie ein andres, gemeinsames Wort.)

Die entgegengesetzten Zustände wurden öfters durch die verschiedene Stellung des Zeichens angegeben, wie z. B.



links — rechts; aufrecht — liegend; Mensch — Leiche.

Welche Zeichen jetzt so geschrieben werden:

左 右 正 乏 人 尸

links — rechts; aufrecht — liegend; Mensch — Leiche.

Etwas ganz entsprechendes findet in der Geberdensprache Statt. Mitunter sind die Zeichen der Geberdensprache den chinesischen Schriftzeichen im Grunde sogar ganz gleich. „Oben" und „unten" z. B. wird in der hiesigen Geberdensprache dadurch ausgedrückt, daß der linke Zeigefinger wagerecht gehalten wird, während man mit dem rechten entweder darüber oder darunter hinzeigt. Bei den Chinesen waren die Zeichen früher:

 jetzt: 上 下

Oben — unten, oben — unten.

Die chinesische Zeichensprache ist allmählig ganz außerordentlich ausgebildet worden. Wenn die hiesige Geberdensprache, um zu sagen: „Er ist ein guter Mann", nur zwei Zeichen gebraucht (Fig. 187 und 188), so brauchen die Chinesen dazu vier:

4	3	2	1
人	好	個	是
Mann,	gut*)	ein	sein

also etwa wie im Deutschen: „Ist ein guter Mann!", indem die Chinesen nicht nur die Hülfsverba, sondern gewissermaßen auch den Artikel angeben.

Das zweite aus der Geberdensprache angegebene Beispiel: „Alle Menschen essen und trinken" wird im Chinesischen so geschrieben:

*) Das Zeichen bedeutet auch „Güte" und „Liebe", besonders „die kindliche Liebe", und ist aus den beiden Zeichen für „Sohn" und „Tochter" zusammengesetzt. Eine hübsche Andeutung auf das Verhältniß der Kinder zu den Eltern!

5	3	1
食	不	人
essen	nicht	Mensch
6	4	2
也	飲	莫
	trinken	kein

Das Endzeichen (Nr. 6) giebt nur den Schluß des Satzes an. So haben die Chinesen auch eigene Zeichen (und Wörter), die als unsere Frag- oder Ausrufungszeichen, Gedankenstriche u. s. w. dienen; andere, die das gegenseitige Verhältniß der Wörter, und somit den „Fall" (Casus) anzeigen; wiederum andere, die die Mehrheit und die Zeitverschiedenheiten angeben; denn in der chinesischen Sprache sind die Wörter, wie die Schriftsymbole, selbst unbeugsam. Damit wird indessen auch der Fremde leicht vertraut. Dann haben aber die Chinesen auch noch für einen und denselben Gegenstand ganz gewöhnlich viele verschiedene Wörter, und für jedes derselben ein eigenes Zeichen; auf der anderen Seite hat fast jedes Wort viele verschiedene Bedeutungen, und fügt man hierzu noch, daß die Sprache selbst, nicht weniger als ihre Zeichen, dem ganzen Wesen nach, aus bildlichen Darstellungen besteht, so begreift man schon, warum sie den Europäern so schwer zu lernen ist.

„Sonderbare Menschen sind doch die Chinesen!" möchte man dabei ausrufen. So meinen nun aber die Chinesen auch von uns. Und denken wir uns einmal einen Taubstummen, der ihre sowohl als unsere Sprache gelernt hätte; setzen wir ihn als Schiedsrichter! Wir legen ihm ein recht arges Beispiel aus jener, an Complimenten ganz besonders reichen Sprache vor; der Chinese wählt aus unserer Sprache etwa einen Satz, wie diesen: „Geruhen Ihro Gnaden auf meine

Wenigkeit ein geneigtes Auge zu werfen!" Der Taubstumme kennt alle die genannten Wörter, den Sinn der Worte faßt er nicht. Es wird ihm erklärt, der Sinn sei eigentlich: „du bist mächtig, ich bin schwach; hilf mir!" und ob er dann nicht vielleicht in seinem Urtheile etwas schwankend werde, will ich lieber dahin gestellt lassen. Ich habe nur durch ein Beispiel darthun wollen, daß sämmtliche Sprachen dem Taubstummen hauptsächlich durch ihre künstlichen Ausdrücke und Wendungen die größten Schwierigkeiten in den Weg legen. Der Taubstumme, der Chinese und der Europäer denken, der eine wie der andre. Um die Gedanken auszudrücken, hat jener die Vernunftsprache noch in ihrer ersten, natürlichen, gewissermaßen kindlichen Einfachheit; wir andern haben sie in einer durch Jahrtausende verfeinerten, künstlichen Form geerbt und beibehalten.

g. Buchstaben.

In den schriftlichen Symbolsprachen wird, wie wir eben gesehen haben, jedes Wort durch eine bildliche Darstellung bezeichnet, wodurch auf die Aussprache des Wortes auch nicht im Entferntesten Rücksicht genommen werden kann. Einzelne solche Wortsymbole sind auch noch in den europäischen Schriftsprachen allgemein gebräuchlich, wie namentlich die arabischen Zahlzeichen, und wir müssen gestehen, daß sie jedenfalls den Vortheil gewähren, allen Nationen verständlich zu sein. Jede Nation spricht sie anders aus, alle aber legen ihnen eine und dieselbe Bedeutung bei. So würde nun auch die Einführung einer allgemeinen schriftlichen Symbolsprache den wesentlichen Vortheil gewährt haben, daß darin jedes Wort, troß der ungemein großen Verschiedenheit der Sprachen, allen Nationen verständlich gewesen.

Andrerseits haben aber die Symbolsprachen hauptsächlich den großen Mangel, daß sie neue Gegenstände, und besonders

Namen fremder Länder, Städte und Personen gar nicht zu bezeichnen vermögen. Die alten Ägypter fühlten diesen Mangel, und um ihn zu beseitigen, erfanden sie auch noch ein Symbol für jeden Laut. Sie wählten dazu gemeiniglich eine rohe Abbildung eines solchen Gegenstandes, dessen Namen mit einem ähnlichen Laute anfing, und so ist denn auch in der That z. B. unser G ursprünglich eine rohe Abbildung vom Kameel gewesen. So entstanden Buchstaben als Lautsymbole (phonetische Symbole) im Gegensatz zu den eigentlichen Hieroglyphen, die als Wortsymbole dienten, und bekanntlich haben Champollion und Young durch die Entdeckung dieser Thatsache den Schlüssel gefunden, um die alten ägyptischen Inschriften zu lesen. — Einmal erfunden, verdrängte die Buchstabenschrift am Ende die Wortsymbole ganz und gar, und nur in dieser Form wurde die Schriftsprache den europäischen Völkern mitgetheilt, um bei ihnen so segensreich zu gedeihen.

Nur für eine Klasse unserer Mitbürger, für die Taubstummen, war diese neue Form der Schriftsprache höchst ungünstig. Wer Laut und Ton nie gekannt, dem bleiben Lautsymbole ewig fremd. Was eigentlich Buchstaben sind, begreift der Taubgeborne nicht. Und doch muß er, um mit seinen Mitbürgern als Bürger zu verkehren, sie erlernen, und — lernt sie auch unglaublich leicht. Der ganze Unterricht fängt damit an. Das Alphabet wird ihm gleichzeitig mit den Fingerzeichen der einzelnen Buchstaben beigebracht. Das Eine wie das Andre ist nur ein geistloses Auswendiglernen, doch gehen die Kinder willig darauf ein, und es dauert nicht viele Tage, bevor sie jeden gedruckten oder geschriebenen Buchstaben mit der entsprechenden Fingerstellung, jedes Zeichen des „Fingeralphabets" mit dem entsprechenden Buchstaben anzugeben wissen.

Der nächste Schritt im Unterrichte des Taubstummen besteht nun darin, daß ihm ganze Wörter gedruckt oder geschrieben vorgelegt werden. Er sieht in ihnen anfangs nur Buchstabenreihen, deren Sinn ihm eben so dunkel, als der der Buchstaben selbst ist. Jedes Wort wird dann aber durch eine daneben angebrachte Abbildung, und außerdem durch das entsprechende Zeichen der Geberdensprache erläutert. Er erkennt das geschriebene Wort als ein neues, ihm freilich höchst willkürlich scheinendes Symbol des Gegenstandes an; die Buchstaben erhalten die Bedeutung der einzelnen Theile solcher neuen Symbole. Die Wörter für Eigenschaften und Handlungen werden durch andere mehr zusammengesetzte Bilder verdeutlicht. Bald hat er lesen und schreiben gelernt, — jedoch nur in der Beschränkung seines Gedankenkreises. Die Hauptschwierigkeit liegt hier, wie bei der Erlernung aller fremden Sprachen, in der Auffassung der eigenthümlichen Ausdrücke und Wendungen, und während es dem Taubstummen ein Leichtes ist, ein Buch zu lesen, das seinen Begriffen, seiner einfachen Denkungsweise angemessen ist, bleibt ihm fast die ganze für die höhere Bildung bestimmte Literatur vielleicht für immer verschlossen.

Auf dieser Stufe seiner Erziehung hat nun der Taubstumme, wie die alten Ägypter, zweierlei Symbole inne, nämlich die Wortsymbole seiner Geberdensprache und die Lautsymbole (Buchstaben), die er nicht nur mit dem Griffel, sondern auch mit den Fingern überaus fertig anzugeben weiß. Er flicht die letzteren in seine Geberdensprache, wie die alten Ägypter ihre phonetischen Symbole in die eigentlichen Hieroglyphen, ein, und zwar immer wenn für irgend einen Gegenstand kein Geberdezeichen vorhanden ist; häufig auch wohl, wenn das vorhandene nicht so schnell sich angeben läßt oder den Sinn nicht so bestimmt ausdrückt.

Durch die Erlernung der Buchstabenschrift ist dem Taubstummen eine große Wohlthat geschehen. Er hat ein Mittel erreicht, mit seinen Mitbürgern schriftlich verkehren zu können; und das gedruckte Wort ist ihm kein Räthsel mehr. Doch die vielen edlen Männer, die in allen gebildeten Ländern ihr Leben den Taubstummen geweiht haben, sind dabei nicht stehen geblieben. Nicht an den Sprachorganen, vielmehr nur am Ohr haben die Taubstummen ihren Mangel; nur wissen sie ihre Sprachorgane nicht anzuwenden, weil sie eben von Laut und Ton, also auch von der Aussprache keinen Begriff haben. Die Buchstaben können sie nicht in ihrer eigentlichen Bedeutung als Lautzeichen kennen lernen; allein wenn sie erst die geschriebenen Wörter als neue Symbole, und die Buchstaben als Theile derselben erlernt haben, so vermögen sie wiederum eine neue Reihe von solchen Symboltheilen in denjenigen Stellungen der Zunge, der Lippen und der ganzen Mundhöhle zu lernen, wodurch die Vocale und Consonanten gebildet werden. Somit verstehen sie endlich am Munde des langsam und deutlich aussprechenden Lehrers die Wörter zu lesen. Sie lernen dieselben Mundstellungen nachmachen, und endlich auch noch die Töne, die erst in der Mundhöhle als Vocale und Consonanten sich gestallten, selbst hervorzubringen.

Sie hatte also Recht, die arme Mutter, als sie dachte: „er muß es lernen können". Er hat es jetzt gelernt. Doch lang und mühsam war der Weg, auf dem er Das erlernen sollte, was Kindern sonst so leicht zu lernen fällt!

Wir sind ja immer noch im Taubstummen-Institute vor Kopenhagen! Wir haben den Knaben vor uns. Wir machen ihm eine Frage. Er versteht sie nicht; doch wie der Lehrer sie wiederholt, hat er sie gleich verstanden. Unsere Anrede ist nicht sattsam scharf und deutlich gewesen, oder er hat nicht aufmerksam genug unseren Mund betrachtet. — Er spricht

jetzt die Antwort aus. Sie ist richtig. Wir verstehen sie; doch klingt sie lange nicht so klar und rein, als uns wohl die schönen Züge seines Gesichts erwarten ließen.

Ein anderer Knabe und ein kleines Mädchen werden uns vorgeführt. Sie fassen die Rede weit leichter auf, und ihre Stimme ist weit reiner. Der Knabe galt auch für taubstumm, und kannte, als er aufgenommen wurde, in der That die Muttersprache nicht; allein er war nicht völlig taub, sondern nur sehr schwerhörig von Geburt. Das Mädchen ist zwar wirklich taub, wurde es aber erst im sechsten Jahre, und — verlernte die Sprache ganz und gar. Sie hatte die früher gekannte Sprache wieder zu lernen, und bei weitem leichter ist dies, als das ganz Neue und Fremde sich anzueignen.

„Wenn nun aber die Taubstummen nicht nur lesen und schreiben, sondern auch sprechen lernen können, wäre es denn nicht richtiger, die Geberdensprache in dem Institute ganz abzuschaffen, und sich an das gewöhnliche Mittheilungsmittel ihrer Mitbürger einzig und allein zu halten?" Sehr viele ausgezeichnete Taubstummenlehrer sind allerdings dieser Meinung. Die Geberdensprache ist, wenn ich nicht irre, aus den meisten Taubstummeninstituten Deutschlands und anderer Länder ganz verbannt; und wenn man bei einem Besuche in diesen Anstalten die Fertigkeit der taubstummen Kinder im Sprechen hört, wird man leicht von dieser Ansicht eingenommen.

Was mich betrifft, kann ich sie jedoch nur auf eine sehr beschränkte Weise theilen. Allerdings habe ich in manchen Taubstummeninstituten die auffallendsten Beispiele von der Sprachfertigkeit einzelner Schüler kennen gelernt. In Genua wurden mir im Jahre 1826 sogar zwei ältere taubstumme Knaben vorgezeigt, die nicht nur sehr gut und wohlklingend Italienisch sprachen, sondern auch recht gut Französisch und etwas Deutsch. Ich habe auch gelesen, daß in Berlin ein Fremder mit einem

Taubstummen sich lange unterhalten, und erst bei eintretender Dunkelheit seinen Mangel erkannt habe. Ich muß es jedoch als meine Ueberzeugung aussprechen, daß alle dergleichen fertig und wohlklingend sprechende Taubstumme, die in den Instituten meist gar zu stark hervorgehoben werden, nicht von Geburt an taub gewesen, vielmehr es erst nach dem 5ten oder 6ten Jahre geworden sind.

Die Hauptbedingung einer wohlgeordneten Erziehung der Taubstummen ist, meiner Meinung nach, eine strenge Sonderung aller derjenigen Kinder, die gemeiniglich für taubstumm gelten, in vier verschiedene Abtheilungen: eine für die blödsinnigen, eine zweite für die schwerhörigen, eine dritte für diejenigen, die erst nach dem 5ten Jahre taub geworden und darauf die Sprache verlernt haben, eine vierte endlich für diejenigen, die schon vor dem 5ten Jahre völlig taub gewesen. In allen drei erstgenannten halte ich es für Pflicht, den Gebrauch der Landessprache zu lehren und für den Unterricht allein anzuwenden. Für die taub geborenen, oder vor dem fünften Jahre taub gewordenen, halte ich es am zweckmäßigsten, sich im Unterrichte auf den Gebrauch der Schriftsprache zu beschränken, und übrigens die Geberdensprache gelten zu lassen. Es vermögen dergleichen Individuen erst im späteren Kindesalter die Aussprache zu erlernen, und — vielleicht mit Ausnahme ganz einzelner Individuen — immer nur so unvollkommen, daß sie im Umgang mit Fremden dennoch keinen Gebrauch davon machen können. Unterdessen haben sie sich Jahre lang, die freudigsten ihres Lebens, mit der Geberdensprache beholfen, entweder mit einer angelernten oder jedenfalls einer selbstgemachten, die ihnen gerade das ist, was uns die Muttersprache. Ihnen diese im gemeinsamen Umgange zu verbieten, würde zu jenen Gewaltsmaßregeln gehören, die weder Frucht noch Segen bringen.

h. Schluß.

Doch wir müssen jetzt wohl an unseren Abschied von jenem freundlichen Hause vor dem Osterthore Kopenhagens denken. Lassen wir uns nur noch die ganze Einrichtung desselben flüchtig vorzeigen! An die dort herrschende Stille haben wir uns bereits gewöhnt. Wir finden in verschiedenen Räumen Werkstellen für Tischler, Schneider, Weber und Schuster, — fast alle taubstumm, alle in reger Thätigkeit und heiteren Sinnes. Der Schustermeister ist besonders ein jovialer Mann. Er fragt, ob die Fremden seine Sprache (die Geberdensprache) verstehen? und, wie es verneint wird, zuckt er die Achseln, als wolle er sagen: „desto schlimmer für sie".

Am glücklichsten sind überhaupt die Taubstummen unter sich, in jenem Gebäude, ihrer eigentlichen Heimath, ihrem wahren Vaterland. Unter den Hörenden stehen sie als Fremde, fühlen sich zurückgesetzt und ganz besonders von dem ewigen Bemitleiden schmerzlich berührt.

Wir haben jetzt den Lehrern und den Schülern, und namentlich dem kleinen Knaben Lebewohl gesagt, und ihren Abschiedsgruß empfangen. Doch auf dem Rückwege schreiten wir langsam dahin auf der kleinen freundlichen Straße, werfen noch einen Blick zurück auf jenes Haus des stillen Friedens, und überlassen uns den Gedanken, die der Besuch erweckt hat.

Der kleine Knabe hat uns anfangs wehmüthig gestimmt. Dann haben wir ihn bewundert, als er erst selbst eine Vernunftsprache erfand, und darauf eine neue, die eigentliche Geberdensprache, so schnell und leicht erlernte. Um so viel mehr mußten wir seinem Sprachvermögen unsere Bewunderung zollen, als er mit der Buchstabensprache vertraut wurde, einer Mittheilungsform, die doch auf der ihm gänzlich unbekannten Aussprache allein gegründet ist, und als er endlich die Worte des Sprechenden verstehen, ja gar — wenn auch nur unvollkommen —

zu beantworten wußte, obgleich er weder Anderer noch seine eigne Stimme je gehört. Also vermochte der Knabe durch seine Geisteskraft den körperlichen Mangel zu ersetzen, der ihm vom Schicksal aufgelegt worden. Und doch war das Geistige in ihm nur etwa so entwickelt, wie in dem Menschen im Allgemeinen. Die großen Anlagen, die der Vater in ihm zu sehen meinte, waren Träume, wie sie die Vaterliebe gern erzeugt. Der Drang zur gegenseitigen Mittheilung, nicht nur der augenblicklichen Gemüthsstimmung, sondern auch der Gedanken, und zwar über die Vergangenheit und die Zukunft nicht weniger als über die Gegenwart, über das Entfernte nicht weniger als über das Anwesende — gehört dem menschlichen Geiste, und so auch ihm das Sprachvermögen. Von jeher hat es sich, in einer Nation auf diese, in einer anderen auf jene Weise geltend gemacht. Mit dem Gehöre begabt, zieht der Mensch im Allgemeinen die Form der Lautsprache vor; doch um den durch Raum und Zeit Entfernten sich mitzutheilen, hat er die Schrift erfunden, erst die Symbole, — später die Lautzeichen. Dem Tauben sind die Lautsprachen und die Lautzeichen fremd; er wählt die Geberden; — doch dem menschlichen Geiste sind die Schranken nicht zu bestimmen. Wo erst der Drang vorhanden, weiß er sie zu überwinden.

Jetzt sind wir ans Getümmel und Geräusch der großen Landstraße gelangt.

Glücklich fühle sich ein Jeder, dem die Natur kein Hinderniß gelegt, die Sprache zu erlernen! Stolz sei der Mensch nur ob des Geistigen!

III. Gehirn.

a. Einleitung; b. Gehirnleben; c. Seelenleben.

---

a. Einleitung.

Wenn uns von einem Wesen erzählt würde, dem unzählige Diener zu Gebote ständen, bereit mit Blitzesschnelle ihn in Kundschaft zu setzen von Allem, was um ihn her vorgehe; ihn hinbringen zu lassen, wohin er wolle; Das in seine Gewalt zu bringen, was er begehre; — gewiß würden wir ein solches Wesen vom Schicksal höchst begünstigt anerkennen. Und doch sind wir ja selbst dergleichen Wesen! Denn unser eigentliches Ich, hörten wir, hat nur im Gehirn seinen Sitz. Dorthin melden nicht nur die Gefühlsnerven mit Blitzesschnelle jeden mechanischen Eindruck auf unseren Körper; im Auge spiegelt sich auch noch die ganze vor uns liegende Welt ab, und nicht weniger schnell geben die Sehnerven Bericht davon; im Ohre wiederholt sich die geringste zitternde Bewegung der Körper, und gleich ist sie durch die Gehörnerven dem Gehirne mitgetheilt. Im Gehirn sitzt ferner unser Wille, und wohin wir wollen, dahin bringen uns die Beine; was wir von uns entfernt, was wir gefaßt verlangen, — das entfernt, das faßt die Hand. Durch Nerv und Muskel hat das Rückenmark den Willen ausgeführt.

Das Gehirn ist unser eigentliches, körperliches Ich. Denn im Gehirn ist das Bewußtsein, herrscht der Wille.

Das Rückenmark und die Nerven sind die nächsten, treuen Diener; die Sinnesorgane, die Muskeln, Sehnen, Knochen, Bänder sind nur die Mittel, wodurch sie ihren Dienst erfüllen. Ein menschliches Gehirn, dem entweder alle jene Diener, oder dessen Dienern alle jene Mittel versagt wären, würde immer noch ein menschliches Individuum darstellen; wogegen der ganze menschliche Körper ohne Gehirn auch gar kein Mensch zu nennen ist.

Das Gehirn, das Rückenmark, die Nerven, Sinnesorgane, Muskeln, Sehnen, Knochen, Bänder sind ins Gesammt nur einzelne Organe eines lebenden Ganzen. Ihre Thätigkeit ist von der Ernährung bedingt, ihr Dasein beruht auf jener ununterbrochenen Erneuerung der Stoffe und der Theile. Im steten Wechsel müssen fortwährend Stoffe ausgeschieden, Stoffe aufgenommen werden, feste, flüssige und luftförmige. Die Organe, die dies besorgen: Darmrohr, Lungen, Drüsen, sind ins Innere des Körpers verlegt, dem Bewußtsein und der Willkür verschlossen. Sie stützen sich gegen den Rückgrat, der das Rückenmark einschließt und den ganzen Kopf trägt; sie ruhen auf dem Becken, woran die Beine befestigt sind.

Vollkommen ist der Organismus des Menschen, seinem eigenen Verstande ganz unerfaßlich und wundervoll, — jedoch nicht weniger vollkommen, dem menschlichen Verstande nicht weniger unerfaßlich ist jeder Organismus überhaupt; und wie der menschliche Organismus den organischen Bau und die organische Mischung im Wesentlichen mit den Organismen aller Thiere und Pflanzen theilt, so stimmen seine einzelnen Organe mit denen der Thiere in allem Wesentlichen überein. Auch für die Thiere ist das Gehirn der Sitz des Bewußtseins und des freien Willens; ihr Ohr und Auge sind nicht weniger vollkommen gebaut als die des Menschen; und auch für sie besorgt das Rückenmark den freien Willen durch

Nerv und Muskel ausgeführt. Darin liegt also kein Vorzug des menschlichen Organismus.

b. Gehirnleben.

Doch das Gehirn des Menschen faßt das Mitgetheilte anders auf, als das der Thiere; es will Etwas ausgeführt haben, was dem Thiere nie einfällt. Wie nun in der ganzen lebenden Natur das Körperliche in der Regel dem Geistigen entspricht, so sind, wie wir gesehen haben, die Brustglieder des Menschen, seinem höheren Willen entsprechend, mit Händen versehen, und deren freier Gebrauch ihm durch die aufrechte Stellung möglich gemacht. Um sein höheres Sprachvermögen in Lauten und Tönen geltend zu machen, bedurfte er nur des im Reich der Thiere allgemein vorhandenen Gehörorgans, und außerdem nur noch gewisser Theile in den Luftwegen, die auch den höheren Wirbelthieren im Allgemeinen verliehen sind. Der wesentliche Vorzug des Menschen vor den Thieren liegt also in der Gehirnthätigkeit. Um dies zu bestätigen, wurden Ihnen Fälle genannt, in denen die körperlichen Werkzeuge, die der Regel nach im Dienste des höheren Gehirnlebens stehen, ganz ausnahmsweise gefehlt haben. Es wurde des französischen Malers Ducornet erwähnt, dem die Arme von Geburt an fehlten, und dann noch der Taubstummen, welche, obgleich hinsichtlich dieser Werkzeuge stiefmütterlicher begabt als selbst die Thiere, dennoch im Besitze einer Vernunftsprache sind, die jedem Thiere für ewig verschlossen bleibt.

Man möchte vielleicht einwenden, daß diese Unabhängigkeit der Gehirnthätigkeit von den äußeren Organen doch jedenfalls begrenzt sei. „Gesetzt z. B. jener Maler hätte auch keine Füße gehabt"; — ich antworte: er würde den Pinsel mit den Zähnen oder mit den Lippen gefaßt haben. „Gesetzt aber ein Taubstummer wäre zugleich blind, — würde er

auch dann noch eine Vernunftsprache lernen?" Was diese Frage anbetrifft, hat uns bereits die Erfahrung eine genügende Antwort gegeben. Ich führte Sie in der vorigen Stunde im Geiste nach Kopenhagen. Fast möchte ich Sie heute einladen, einen kleinen Abstecher nach Boston zu machen. Ich selbst würde Ihnen hier jedoch nicht als Führer dienen können; einen anderen, interessanteren Führer müßte ich Ihnen anweisen: Charles Dickens, Boz genannt. Doch Sie werden höchst wahrscheinlich seine Reise nach Nordamerika schon gelesen haben. Es sei mir also nur erlaubt, daraus folgenden, auch von andern Seiten her sattsam bewährten Fall in Ihre Erinnerung zurückzurufen.

Im Blinden-Institute Bostons traf Dickens ein schon aus andern Berichten bekanntes Mädchen an, das von allen fünf Sinnen nur den Geschmack und das Gefühl besitzt. Sie heißt Laura Bridgman, und ist am 21sten December 1829 geboren. Nicht volle zwei Jahre alt, fiel sie in eine schwere Krankheit, die sie im dritten und vierten Lebensjahre ans Lager fesselte, und sie unterdessen des Gesichts, des Gehörs und des Geruchs beraubte.

Als sie etwa acht Jahre alt war, wurde sie ins Blindeninstitut Bostons aufgenommen, und es gelang dem Vorsteher desselben ihr in etwa drei Monaten die englische Schriftsprache zu lehren. Wie es geschah, würde Ihnen, nach Allem, was wir in der vorigen Stunde erfahren, wohl nicht schwer zu errathen sein, wenn Sie es auch nicht schon bei Dickens gelesen. Den Blinden wird bekanntlich die Schrift in erhabenen, beweglichen Buchstaben mitgetheilt. Ein auf diese Weise dargestelltes Wort wurde ihr nun, wie das geschriebene den Taubstummen im Allgemeinen, als Symbol eines bestimmten Gegenstandes mitgetheilt, und zwar dadurch, daß ihr gleichzeitig der Gegenstand zum Antasten dargeboten wurde. Die Buchstaben waren

für sie die einzelnen Theile eines solchen Symbols, und bald erhielt sie hinlängliche Uebung, um aus diesen Theilen das Symbol selbst zu bilden, und also das Wort, dessen Bedeutung ihr bereits bekannt war, zu schreiben.

Hier haben Sie den Beweis, daß auch nicht einmal der Mangel der beiden edelsten Sinne dem Geiste des Menschen ein unüberwindliches Hinderniß in den Weg legt. Der Fall steht keinesweges ganz vereinzelt. Es ist sogar bei Dickens auch noch von einem andern blinden Taubstummen in demselben Institute die Rede; ein dritter Fall ist aus Brügge bekannt (Anna Temmermans), und es giebt noch mehre dergleichen — alle mit demselben Resultat.

Ich könnte Ihnen auch noch von einem Taubstummen im hiesigen Institute erzählen, der als junger Mensch erblindete. Um ihm Etwas mitzutheilen, legt man die Hand, woran die Zeichen des Fingeralphabets ihm vorgemacht werden, in seine Hohlhand. Seine eigene Mittheilung geschieht entweder auf dieselbe Weise, oder auch schriftlich; denn im Schreiben hat er, obgleich blind, die frühere Fertigkeit beibehalten. Als ich dem Director die Bemerkung machte, es sei noch ein Glück, daß er die Hände habe, erfuhr ich, daß er übrigens auch auf anderem Wege, und zwar ohne Gebrauch der Fingersprache die Anrede auffassen könne. Man brauche ihm nur mit einem Finger die Buchstaben z. B. auf den Rücken zu schreiben, und er erkenne sie ziemlich sicher und leicht. In der That gelang der Versuch.

Doch sind Ihnen jetzt wohl schon zu viele dergleichen krankhafte Fälle mitgetheilt worden. Erlauben Sie mir nur noch die allgemeine Bemerkung, daß ich im Grunde nicht so viel auf die Kenntnisse gebe, die sich in solchen Fällen haben beibringen lassen, als vielmehr auf das ganze Leben und Treiben dieser allerdings bedauernswerthen Mitmenschen. In der schönen

Darstellung, die Dickens uns von der Laura Bridgman gegeben, hat mich die Fertigkeit, womit sie zu lesen und schreiben verstand, noch lange nicht so angesprochen, als ihr sonstiges ganzes Benehmen, wie sie namentlich ihr kleines Kämmerlein eingerichtet und ihre Handarbeiten geordnet hatte; wie sie ihre Mitschülerinnen und Lehrer meistens (durchs Gefühl) sogleich erkannte, entweder an ihrem Fußtritte, oder auch indem sie sie nur leicht berührte; wie sie Jedem ihre Anhänglichkeit auf verschiedene Weise auszudrücken wußte, und wie sich ihre ganze kindliche Liebe entfaltete, als nach mehren Jahren die Mutter sie wieder besuchte. Es liegt in der Darstellung von allem diesen ein so klares Bild des ganzen freundlichen Treibens einer kindlichen, unschuldigen Seele, daß man schon nicht bezweifeln kann, ihr Gehirnleben sei durch die Mängel der körperlichen Werkzeuge nicht beeinträchtigt worden. So werden wir auch wohl mit dem Gedanken mehr vertraut, daß jener dem ostindischen Knaben angewachsene Kopf (Pag. 291) ein selbstständiges Gehirnleben geführt habe, und daß überhaupt das Gehirn, solange es ernährt wird, auch an und für sich das geistige Dasein in sich faßt.

Wenn also im Gehirn allein alles das liegt, wodurch der Mensch sich von dem Thiere wesentlich unterscheidet, so müssen auch von allen äußerlichen Formen diejenigen einen besonderen Werth für uns haben, die von der höheren Entwickelung des Gehirns zeugen. Unsere Aufmerksamkeit wird somit auf den Kopf des Menschen geleitet. Der Hirnschädel nimmt daran den bei weitem größten Theil in Anspruch; die Kiefer erscheinen, ihrer Größe und Lage nach, ihm untergeordnet, während bei den Thieren im Allgemeinen ein entgegengesetztes Verhältniß stattfindet. Wir sind vollkommen berechtigt, diese Form des menschlichen Kopfes als eine edlere zu schätzen. Nur sei man hier, wie überall, gar vorsichtig, wenn es sich

darum handelt, den inneren Gehalt nach äußeren Kennzeichen zu beurtheilen!

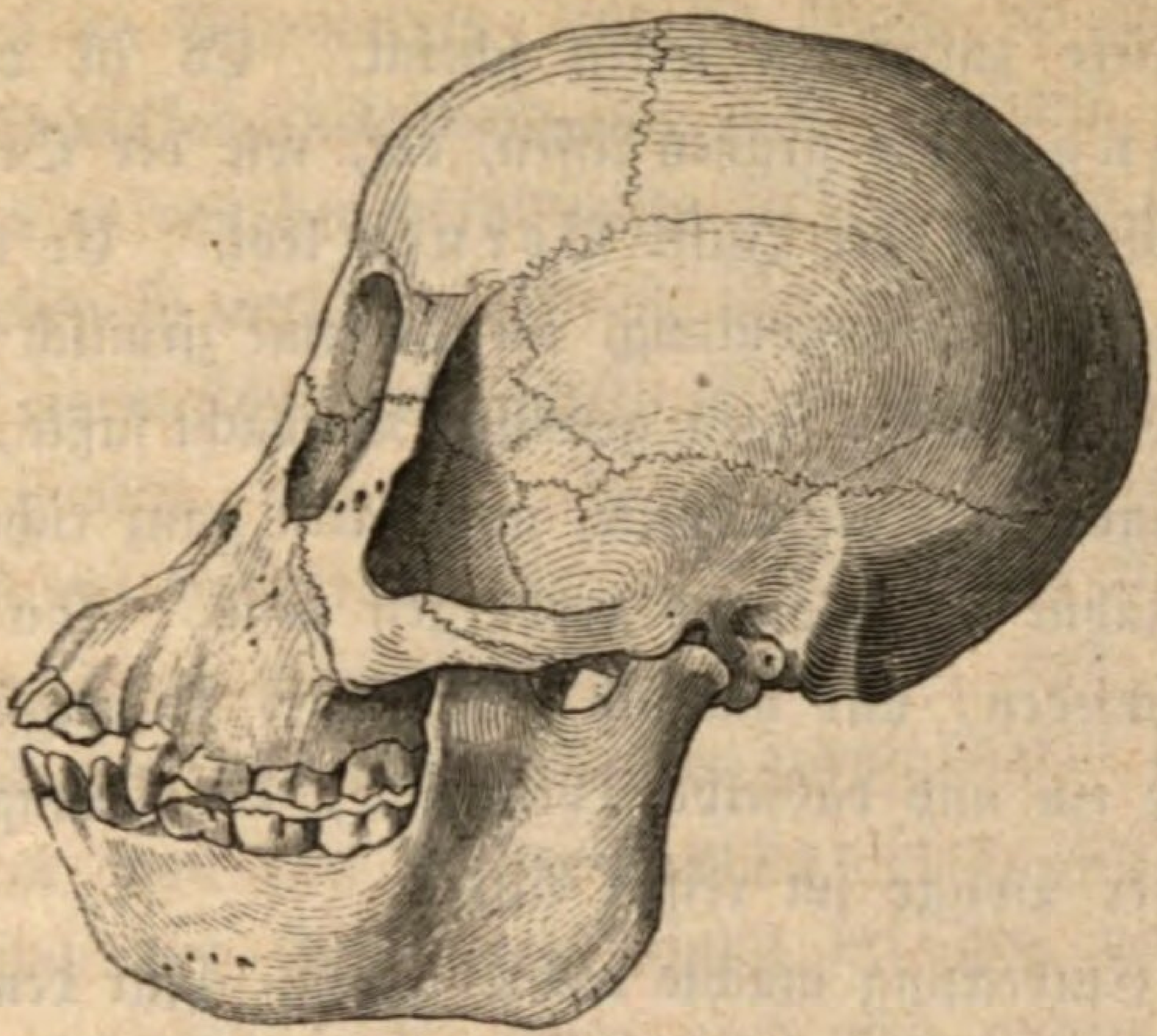
Ein berühmter holländischer Anatom aus dem vorigen Jahrhundert, Namens Peter Camper, hat ein Verfahren angewiesen, das gegenseitige Verhältniß des Schädels und der Kiefer genau auszumessen. Von der Mitte des Oberkiefers, gerade zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen, zieht man eine gerade Linie bis an die äußere Ohröffnung, eine andere bis an die stärkeste Hervorragung der Stirn. Der zwischen diesen beiden Linien gebildete Winkel wird der Camper'sche Gesichtswinkel genannt. Er kann bei einzelnen Menschen fast 90°, also einen rechten Winkel, bei manchen Thieren mit stark hervorragenden Kiefern hingegen nur ein paar Grad ausmachen.

Daß nun die Größe dieses Winkels, insofern sie eine stärkere Entwickelung des Gehirns anzeigt, im Allgemeinen genommen auch eine edlere Form bezeichnet, ist nicht zu leugnen. Daß sie jedoch nicht in allen einzelnen Fällen als Maßstab des geistigen Standpunktes angewendet werden darf, werde ich Ihnen durch einige Beispiele erläutern.

Sie sehen hier zwei Schädel. Wie verschieden sind sie von einander! An dem kleinen ist der eigentliche Hirnschädel ganz bedeutend gewölbt, die Kiefer so schwach hervorstehend, und die Aehnlichkeit mit einem Menschenschädel im Ganzen genommen so groß, daß er von einem Laien wohl damit verwechselt werden könnte. Es ist nun freilich auch der Schädel des durch seine Menschenähnlichkeit berühmten Orangoutangs, von dem Ihnen auch schon (Pag. 434) eine Abbildung vorgelegt worden.

Halten wir nun den andern Schädel daneben! Wie plump und roh ist hier der ganze Ausdruck! Die gewaltigen Kiefer mit ihren großen Zähnen treten weit hervor, während der ei=

105.



106.

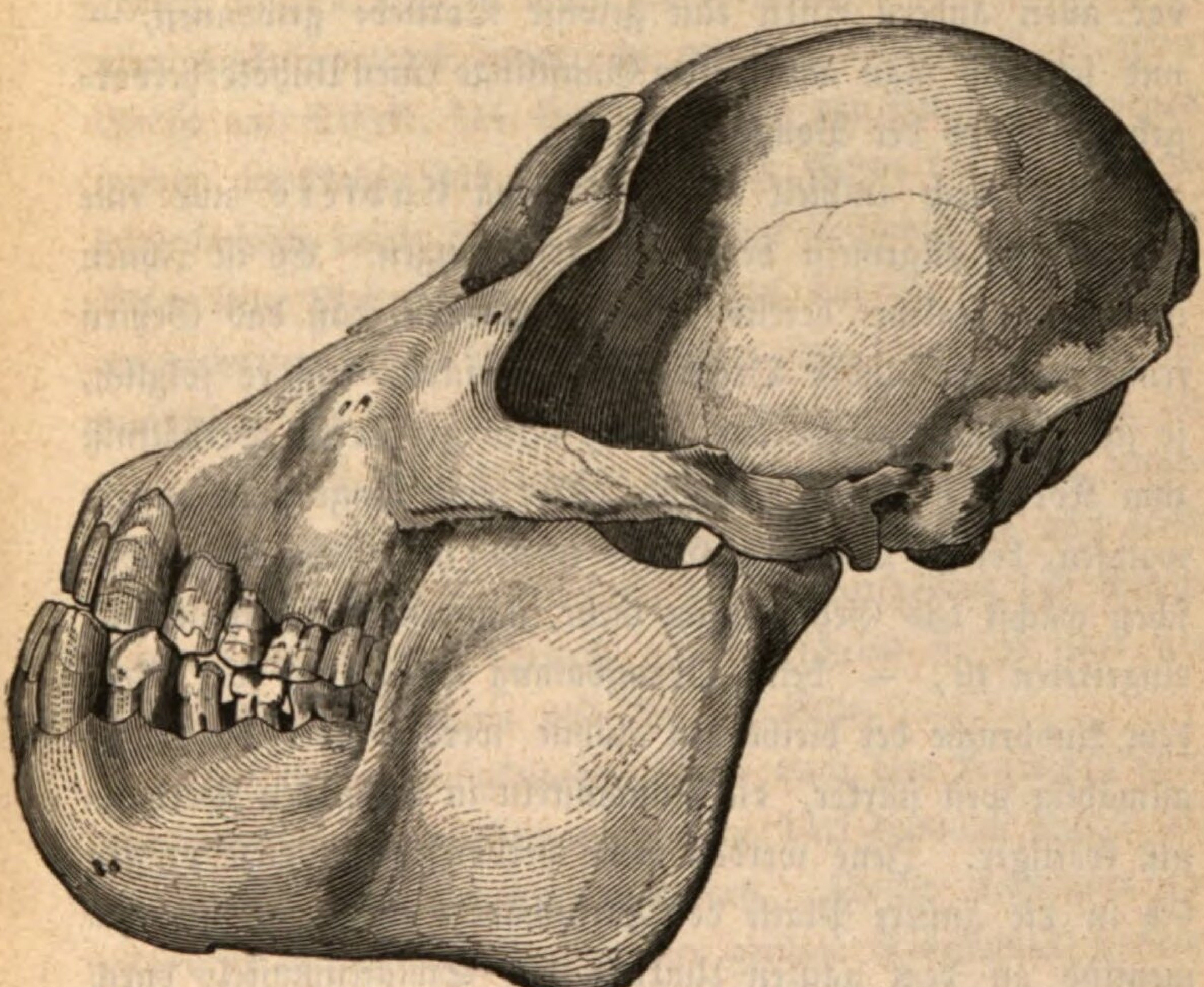


Fig. 105. Schädel des jungen, Fig. 106 des alten Orangoutangs. Originalzeichnungen.

gentliche Hirnschädel, von starken Knochenvorsprüngen umzäunt, in die Tiefe zurück zu treten scheint. Es ist der Schädel eines Pongo, des großen Affen, der, wie der Orangoutang, hauptsächlich auf der Insel Borneo lebt. Er wurde, im Gegensatz zum Orangoutang, im Systeme ziemlich weit herab gestellt, bis Cuvier einen gewissen Verdacht faßte, die Kiefer des Orangoutangs aufmeißelte, und darin ganz richtig — jene großen Zähne des Pongos verborgen fand. So wurde es denn entschieden, und hat sich später aufs Bündigste bestätigt, daß beide ein und dasselbe Thier sind, der Orangoutang im jungen, der Pongo im reifen Alter.

Die Entdeckung machte viel Aufsehen. Für den Orangoutang hatte man nun einmal, wegen seiner Menschenähnlichkeit, vor allen andern Affen eine gewisse Vorliebe gewonnen, — und jetzt sah man aus diesem Günstlinge einen Unhold hervorgehen, wie es der Pongo einer ist.

Und doch enthielt die Entdeckung Cuvier's nur eine Bestätigung allgemein bekannter Erfahrungen. Es ist Ihnen in der Nervenlehre bereits erläutert worden, daß das Gehirn früher als alle andre Organe sich entwickelt, daß es folglich, je jünger und unreifer das Thier, desto größer im Verhältniß zum Körper ist, und während dieser noch lange nicht ausgewachsen, bereits seine volle Größe erreicht hat. Bei dem Menschen wächst das Gehirn nicht mehr, nachdem der Zahnwechsel eingetreten ist, — beim Orangoutang ist es eben so. Nach dem Ausbruche der bleibenden Zähne werden aber die Kiefer allmählig weit stärker, die Kaumuskeln in demselben Verhältniß kräftiger. Jene werden mehr hervorstehend, diese prägen sich in die äußere Platte des Hirnschädels ein, was sich namentlich an dem ganzen Umkreis des Schläfenmuskels durch eine, beim Menschen schwache, beim Orangoutang aber ungemein starke Knochenleiste zu erkennen giebt.

Daß nun bei der zur Reife gehörenden größeren Kraft des Körpers im Allgemeinen, und der Kiefer im Besonderen, die Gehirnthätigkeit rückgängig sei, wird Niemand behaupten wollen, und es von der individuellen Körperkraft zu behaupten, wäre fast eben so unrichtig. Große Geister wohnen allerdings gar oft in einem schwachen, zarten Körper, jedoch häufig auch in einem starken, rüstigen. Allein nicht nur zum reiferen Alter, auch zur kräftigeren Körperentwickelung im Allgemeinen gehört die stärkere Hervorragung der Kiefer, und somit läßt sich hieraus nicht auf eine geringere Hirnthätigkeit schließen.

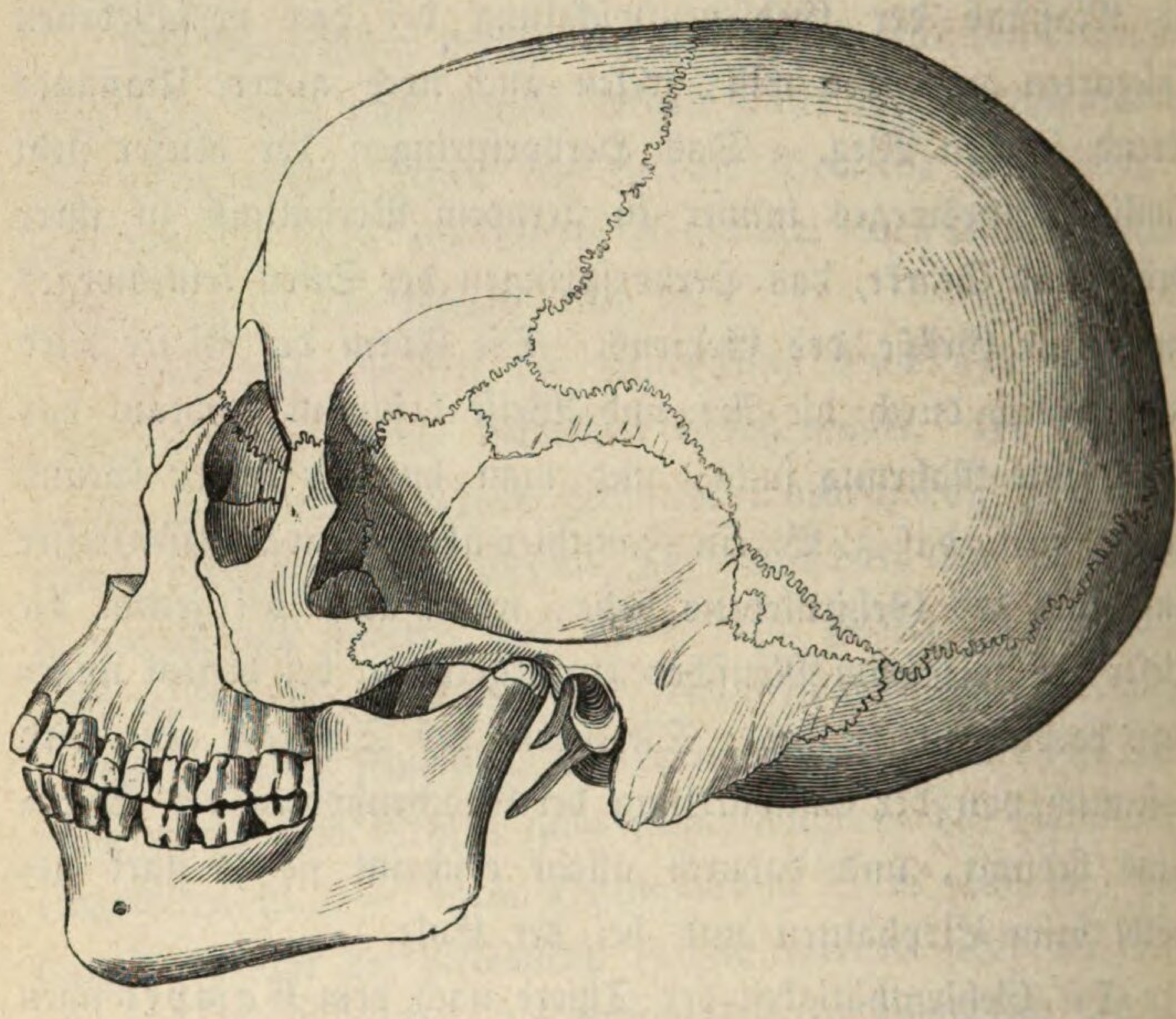
Indem man nun jenen Camper'schen Gesichtswinkel als Maßstab der Gehirnentwickelung bei den verschiedenen Thierarten anwenden will, treten auch noch andere Umstände störend in den Weg. Das Hervorspringen der Kiefer steht nämlich keinesweges immer in geradem Verhältniß zu ihrer Größe und Stärke, das Hervorspringen der Stirn keinesweges immer zur Größe des Gehirns. Die Form der Kiefer wird hauptsächlich durch die Art und Weise bestimmt, worauf das Thier seine Nahrung sucht, und man hat gar keinen Grund anzunehmen, daß z. B. ein Faulthier über einem Ameisenfresser hinsichtlich des Gehirnlebens stehe, wenn auch bei jenem die Kiefer fast wie beim Menschen zurückgezogen, bei diesem ungemein hervorgestreckt sind. Die Form des Schädels aber wird wesentlich von der Entwickelung der Knochenhöhlen des Stirnbeins bedingt, und dadurch allein erscheint sie so stark gewölbt beim Elephanten und bei der Eule.

Die Gehirnthätigkeit der Thiere nach dem Camper'schen Gesichtswinkel ausmessen zu wollen, darf demnach immer als ein eitles Vorhaben betrachtet werden. Sollte man aber gar glauben, es ließe sich darnach der geistige Standpunkt unserer Mitmenschen beurtheilen, so wäre dies ein Irrthum, der gefährliche Folgen haben könnte. Ich meine dies nicht eben, weil

dadurch im Allgemeinen das Kind über den Vater, die Frau über den Mann gestellt werden müßte, — der Vater und der Mann würden schon, trotz der Theorie, in der Praxis ihr eignes Recht geltend zu machen wissen, — ich meine es, weil namentlich die Negerrace dadurch auf eine ungerechte Weise herabgesetzt werden würde. Man muß sich hüten, die unwürdige Behandlung, die dieser Race von den Europäern zu Theil geworden, durch eine falsche Theorie zu unterstützen.

An den schwarzen Bewohnern der Westküste von Mittelafrica ist der Gesichtswinkel allerdings sehr ungünstig. Wenn man

107.



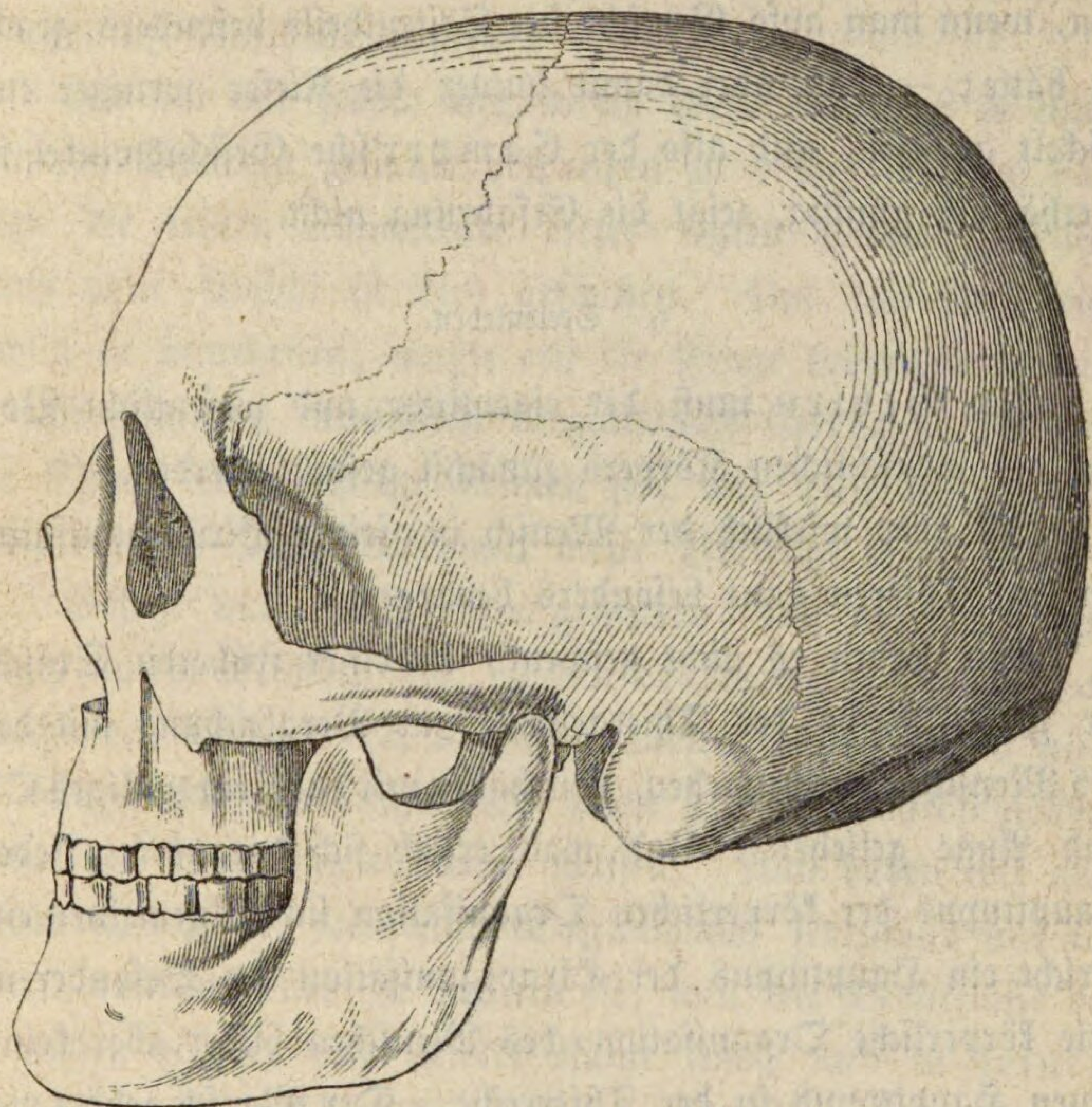
ihn aber mit dem des Orangschädels (Fig. 105) verglichen hat, so sehen Sie gleich, wie ungerecht es ist, den erwachsenen Neger mit dem unreifen Orangoutang, anstatt mit dem Pongo, in Vergleich zu stellen. Jedenfalls ist auch der et-

Fig. 107. Schädel eines Guinea-Negers. (Originalzeichnung.)

waige niedrigere Standpunkt des Negers, im Verhältniß zum Europäer, nicht in der stärkeren Hervorragung seiner Kiefer, sondern einzig und allein in der geringeren Entwickelung seines Gehirns, und zwar hinsichtlich der absoluten Größe, angezeigt.

Wir mögen, wie gesagt, berechtigt sein, diejenige Form, wodurch sich das Characteristische des menschlichen Kopfes am stärksten ausspricht, als eine schönere und edlere zu schätzen. So mögen wir namentlich den hier vorgezeigten Schädel einen schön

108.



und edel geformten nennen, und dies Urtheil aufs Vollkommenste gerechtfertigt finden, wenn wir erfahren, daß es der Schädel Schiller's ist; — doch gründen wir unser Urtheil wesentlich nur

Fig. 108. Schiller's Schädel. (Nach Carus: Grundzüge einer neueren und wissenschaftlich begründeten Cranioskopie. 1841. Tab. 2, Fig. 1).

auf die starke Entwickelung des Hirnschädels selbst, während wir die schwache Hervorstehung der Kiefer mehr auf Rechnung des wenig rüstigen Körpers schreiben. Seien wir nicht in der Lobpreisung des Einen ungerecht gegen den Andern! Es scheint gewiß zu sein, daß große Geister ganz allgemein einem großen Gehirne innegewohnt haben; das genau gekannte Gewicht des Gehirns von Cuvier und Dupuytren (beider Gehirn wog beinahe 5 ℔) scheint dies besonders zu bestätigen, und wahrscheinlich würde dies noch mehr der Fall gewesen sein, wenn man aufs Gewicht der Seitentheile besonders geachtet hätte; — daß aber damit immer die Kiefer weniger entwickelt gewesen, und also der Camper'sche Gesichtswinkel im Verhältniß günstig, zeigt die Erfahrung nicht.

c. Seelenleben.

Im Gehirn muß der eigentliche und wesentliche Vorzug des menschlichen Körpers zunächst gesucht werden.

Ist aber wirklich der Mensch in seiner Hirnorganisation vor den Thieren ganz besonders bevorzugt?

Wir haben es nicht gescheut, in einer früheren Stunde, die ganze Reihe der Thiergehirne zur Vergleichung mit dem des Menschen durchzugehen. Sie haben mir dabei ein williges Ohr und Auge geliehen. Und was ergab sich daraus? „Jedem Haupttypus der körperlichen Organisation im Allgemeinen entspricht ein Haupttypus der Hirnorganisation im Besonderen". Die körperliche Organisation des Menschen bildet aber keinen neuen Haupttypus in der Thierreihe. Der Mensch gehört vielmehr, hinsichtlich seiner körperlichen Organisation, ganz offenbar in die Klasse der Säugethiere, steht darin namentlich zunächst den Affen, und so ist auch sein Gehirn dem Hirn der Säugethiere im Allgemeinen, besonders aber dem der Affen in allem Wesentlichen

ähnlich, nur etwas größer und auch mit mehren Windungen versehen.

Nachdem sich dieses Resultat ergeben hatte, stellte ich die Frage, ob wir uns dadurch befriedigt fühlen könnten, daß unser Gehirn doch etwas größer als das des Orangoutangs und des Troglodyten ist, wie auch mit mehren Windungen versehen? und ich vermuthe, daß Sie Alle mit mir einig waren, als ich darauf antwortete: „das können, das wollen wir nicht! von einer ganz anderen Seite muß das Verhältniß beurtheilt werden".

Ich bat mir jedoch aus, diesen Gegenstand erst in einem späteren Vortrage genauer besprechen zu dürfen, und ich habe dazu die letzten Augenblicke dieser letzten Stunde gewählt. Nicht ohne Absicht ist dies geschehen. Um das Verhältniß richtig zu beurtheilen, mußte erst die Frage behandelt werden, in wie fern der menschliche Organismus überhaupt vor dem der Thiere bevorzugt zu nennen sei, und diese Frage hatte selbst erst im letzten Abschnitte dieser Vorträge ihren Platz.

Gesetzt nun, wir hätten gefunden, daß unser Ohr und Auge, unsere Muskeln und Nerven vollkommener als die entsprechenden Organe der nächstverwandten Thiere gebaut seien, so hätten wir allerdings eine solche größere Vollkommenheit zumal im Gehirnbau erwarten müssen. Nun haben wir aber gefunden, daß der menschliche Organismus jedenfalls nur insofern vollkommener zu nennen ist, weil die Bedürfnisse des Menschen höherer und edlerer Natur sind, und in seinem Organismus, wie in jedem andern, die allgemeinen Formen sich nach der Verschiedenheit der Bedürfnisse abändern.

Eine solche dem höheren Bedarf des Menschen entsprechende Abänderung der allgemeinen Formen erkannten wir im Bau der Hand und im aufrechten Gange, wodurch der freie Gebrauch der Hand gestattet ist. „Stolz", hieß es, „mag

der Mensch sich ob deren Besitz fühlen"; — doch wurde gleich hinzugefügt: „wenn überhaupt das Körperliche zu besitzen seinen Stolz erregen kann, und wenn er es aus den Augen verliert, daß sein Körperliches immer nur das Werkzeug im Dienste seines Geistigen ist".

Dagegen fanden wir fürs Sprachvermögen, worauf der Mensch doch nicht weniger als auf die Kunstfertigkeit seiner Hand sich stolz fühlen muß, dergleichen Abänderungen der allgemeinen körperlichen Formen eben so wenig als im Auge und im Ohr. Es zeigt sich demnach, daß überall, wo die allgemeinen körperlichen Formen dem höheren Bedarf des Menschen noch entsprechen, dergleichen Abänderungen nicht vorhanden sind.

Als wir aus der Vergleichung des menschlichen Gehirns mit dem der Thiere jenes kärgliche Resultat erhalten hatten, kam es — gestehen wir es nur — uns unerwartet. Wir hatten doch gemeint, daß unser Gehirn sich vor dem eines Orangoutangs wenigstens ebenso vortheilhaft auszeichnete, als das eines Affen vor dem einer Gans. Wir möchten am Ende der Aussage der Anatomen weniger als unserem Selbstgefühle trauen. Jedoch — alle Eitelkeit bei Seite, sollte nicht darin, daß dem Geiste des Menschen nur ein Gehirn verliehen ist, ähnlich dem der körperlich verwandten, geistig doch so weit entfernten Thiere, — darin gerade der wahre Stolz, der wahre Trost des Menschen liegen? Denn darin setzt doch der Meister seinen wahren Stolz, daß er mit einem Werkzeug, das auch Andern dient, das bessere Werk vollführt, — und darin liegt doch wohl der wahre Trost des Menschen, daß er nicht dem Gehirne das, was er ist, verdankt.

Von dieser Seite, meinte ich, müsse das Verhältniß des menschlichen Gehirns beurtheilt werden. Die Eingeweide sind im Dienste der Organe des bewußten Lebens, die Muskeln und die Nerven im Dienste des Rückenmarks,

das Rückenmark in dem des Gehirns, doch das Gehirn ist selbst nur ein Werkzeug im Dienste der Seele.

Mit diesen Worten meine ich an die Grenze meiner Aufgabe gelangt zu sein. Nur das physische Leben wollte ich Ihnen darstellen und deuten. Vom Seelenleben habe ich nur zu reden, um, wo möglich, die Verbindung beider noch zu schildern. Wie Seele und Körper sich zu einander verhalten, ist aber eine Frage, an die ich mich eben nur wagen darf, insofern sich im physischen Leben Beiträge zu ihrer Lösung finden möchten. Das werde ich aber, wenn es Ihnen recht ist, auch noch thun.

Rufen wir uns denn noch einmal die Ergebnisse der ersten dieser Stunden ins Gedächtniß zurück!

Wir fanden die organischen Stoffe aus denselben Grundstoffen bestehen als die anorganischen, die organischen Körper aus Zellen, ähnlich den Krystallen aufgebaut; wir fanden diese ferner in ihren physischen Erscheinungen den allgemein geltenden Naturkräften völlig unterworfen. Doch wenn man daraus den Schluß hatte ziehen wollen, daß Pflanzen und Thiere aus den Stoffen entsprungen seien, so mußte ich dieser Ansicht aufs Bestimmteste entgegentreten. Ich sprach es aus, daß eine solche Ansicht nicht vermöge, des Menschen Geist und Herz zu befriedigen. Todt, kalt und trostlos schien sie mir zu sein; denn aus dem Todten kann nur Todtes entspringen; das Lebende hat nur im Lebenden, das Geistige im Geistigen seinen Ursprung. Auch meinte ich, in den Lebenserscheinungen selbst die besten Belege für die entgegengesetzte Ansicht zu finden, die nämlich, daß in den Organismen die Stoffe mit ihren blinden Kräften nur das Mittel sind, wodurch eine Idee, und zwar die Idee der Art, in die äußere Erscheinung tritt.

Im Thiere herrscht das organische Leben nicht weniger als in der Pflanze; die Entwickelung des Körpers, das Gedeihen und die Fortpflanzung gehorchen denselben Gesetzen. Doch in der Pflanze hat das Ernährungsleben nur in sich selbst seine Bedeutung; im Thiere steht es im Dienste der Organe eines bewußten Lebens, und unter diesen Organen stehen wiederum die Sinnes- und Bewegungswerkzeuge mittelst der Nerven im Dienste des Gehirns, des eigentlichen Organs des thierischen Bewußtseins. Es mögen nun immerhin auch Muskeln, Nerven und Gehirn nicht weniger als alle Pflanzentheile aus jenen Zellen aufgebaut sein; es mögen auch ihre physischen Erscheinungen den allgemein geltenden Naturkräften unterworfen sein, ein höheres Dasein ist dennoch im bewußten Leben deutlich ausgesprochen.

Hinsichtlich seines Organismus gehört der Mensch ins Reich der Thiere. Die ganze körperliche Entwickelung, das Gedeihen und die Fortpflanzung sind denselben Gesetzen unterworfen; Auge, Ohr, Muskeln, Nerven und auch das Gehirn sind wie in den Thieren gebaut; — doch wenn man daraus schließen wollte, daß der Geist des Menschen von dem der Thiere nicht wesentlich verschieden sei, so würde dies ein Schluß derselben Art sein, als jener, wonach Pflanzen und Thiere nur Aggregate von Krystallen wären.

Das Körperliche an und für sich zum Gegenstand der Beobachtung zu machen, hat seinen ungemein großen Werth. Hoch in Ehren hieß ich Sie alle Männer vom Fach zu halten, die jene, hier bestrittene Ansicht verfochten haben, denn ihnen verdankt man die größten Entdeckungen im Bereich des physischen Lebens. Doch — hüten wir uns, in der Nachforschung des Körperlichen das Geistige, das sich darin offenbart, zu übersehen! Denn in der ganzen lebenden Natur verhält sich jenes doch immer nur zu diesem, wie das Werkzeug zum

Wirkenden. Und das Werkzeug hat nur durch das Wirkende seinen Werth, das Wirkende hingegen behauptet auch ohne Werkzeug seinen Platz, seine Bedeutung.

Das Werkzeug und das Wirkende entsprechen sich gegenseitig; denn nicht hat jenes in diesem, noch dieses in jenem, sondern beide in einer und derselben Quelle ihren Ursprung. Die menschliche Hand hat einen Bau, der im Dienste eines Vernunftwesens auf keine Weise hätte besser sein können, und zwar obgleich darin kein Knochen oder Muskel ist, der nicht auch im Vorderfuße der meisten Wirbelthiere enthalten wäre. So auch ist das Gehirn des Menschen seiner Geistesthätigkeit angemessen, obgleich darin kein Theil zu finden ist, der nicht in dem der nächstverwandten Thiere auch zu finden sei. Doch ist das Eine wie das Andre nur ein Werkzeug, die Hand fürs Gehirn, — das Gehirn für die menschliche Seele.

Nur in den physischen Erscheinungen offenbart das Geistige sich der menschlichen Vernunft, und kaum vermögen wir es uns für sich allein zu denken. Dennoch ist das Geistige nicht aus dem Körperlichen entsprungen, kaum dieses für älter anzusehen als jenes; denn aller Dinge Urhab ist selbst ein geistiges Princip. So ging es auch aus unseren Betrachtungen hervor, daß in dem ganzen Wechsel der Dinge das Körperliche als das Vergängliche, das Geistige als das Bestehende sich zeige. Denn das Leben suchte ich Ihnen als ein auf ununterbrochener Verjüngung beruhendes Dasein zu schildern. Bei dem Wechsel der Stoffe, der Formtheile und der Organe bestehe das Individuum nur in der Idee seiner ganzen Entwickelungsgeschichte, hieß es; bei dem Wechsel der Individuen habe nur die Idee der Art einen Bestand. Wiederum mögen Arten vergehen und neue entstehen, beide nur als einstweilige Repräsentanten einer gemeinsamen Hauptidee. Selbst Welten, wagte ich auszusprechen, mögen vergehen, um neuen Platz

zu machen; — nur die Idee habe Bestand, die Idee aller Ideen Bestand in Ewigkeit.

Am Schluß der Darstellung des Lebens im Allgemeinen wurde die Frage aufgestellt, ob nicht, wie jeder Organismus und jeder Theil desselben, so auch jede Art ihre Geschichte haben sollte, von welcher dann jede Génération, jede Reihe von Generationen nur ein vereinzeltes Bruchstück wäre? und ich meinte, es müsse die Antwort auf diese Frage, der Analogie nach, eine bejahende sein. Was nun die Menschheit anbelangt, muß diese Antwort weit bestimmter ausgesprochen werden. Denn im Gegensatz zum Thiere, und um so mehr zur Pflanze, „ist das geistige Leben jedes Menschen — und jeder Menschengeneration — ein Glied in einer durch das ganze Menschengeschlecht fortschreitenden, geistigen Lebensgeschichte", wie dies in der vorigen Stunde ausgesprochen wurde.

Also hat denn auch schon hier auf Erden das Leben jedes menschlichen Individuums eine höhere Bedeutung. Doch ist der Mensch auch damit nicht zufrieden, daß er als einstweiliges Glied in der großen Entwickelungskette gedient habe. Jeder von uns fühlt noch den Drang der individuellen Unsterblichkeit, und Sie möchten mich am Schluß noch fragen, in wie fern die Erfüllung dieser Hoffnung sich aus den Gesetzen der lebenden Natur beweisen läßt, oder jedenfalls mit ihnen übereinstimmt?

Den Beweis fordern Sie nicht vom Naturforscher! Was wir „Naturgesetze" nennen, sind nur Bruchstücke eines großen, geheimen Gesetzes, welches dem Menschen ein „heiliges Räthsel" bleiben muß, weil die Erscheinungen, woraus der Mensch sie berechnet, selbst nur Bruchstücke von den Erscheinungen des Weltalls sind. Aus einer Reihe von Beobachtungen erschließt der Mensch all dergleichen Gesetze; ob sie in allen Fällen Stich halten oder nicht, muß die Erfahrung lehren; — und von dem Schicksal der Individuen nach dem

Tode ihrer Organismen hat die Erfahrung keine Stimme. — Nur von der Uebereinstimmung derselben mit den vom Menschen aufgestellten Gesetzen der lebenden Natur kann also hier die Rede sein.

Es wird Ihnen nicht entgangen sein, daß manche Naturforscher das Bestehen des Geistigen nach dem Tode des Körperlichen für unmöglich halten. Und was muß nicht alles dem Menschen unmöglich scheinen, wenn er versucht, das Ungekannte im Voraus sich vorzustellen? Unmöglich schien vor wenig Jahren die Herkunft der Infusorien und Schmarotzerthiere auf gewöhnlichem Wege. Wer würde Sehen oder Hören; wer würde das Bestehen des Lebenden bei dem ununterbrochenen Wechsel der Stoffe und der Formtheile für möglich halten, wenn er es nicht als wirklich vor sich hätte? Sind Sie nur darin mit mir einig, daß das Körperliche zum Geistigen sich wie das Werkzeug zu dem Wirkenden verhält, dann — aber auch erst dann, stimmt, wie mir scheint, auch die Erfüllung jener Hoffnung mit den Gesetzen der lebenden Natur; denn mit dem Werkzeug vergeht nicht auch der Meister.

„Jedoch", wird man bemerken, „ist ohne Auge ja kein Sehen, ohne Ohr kein Hören, ohne Gehirn keine Gehirnthätigkeit möglich! und was wäre ohne Gehirnthätigkeit die Seele?" — Ich werde Ihnen auf diese Bemerkung die Ansicht mittheilen, die sich bei mir entwickelt hat, ohne im allergeringsten sie für die richtige ausgeben zu wollen.

Zufolge der Gesetze des physischen Lebens ist allerdings ohne Auge kein Sehen, ohne Ohr kein Hören möglich; allein zufolge derselben Gesetze ist Sehen, wie Hören, nur eine besondere Auffassungsweise der äußeren Natur. Durch andere Organe wird sich die Natur auf andere Weise offenbaren, obgleich das Wie uns jetzt so unbegreiflich bleiben muß, als dem Blind- oder Taubgebornen die Auffassungsweise durch

Auge und Ohr. Wenn einst der Seele, statt Auge, Ohr und Gehirn, andere Organe verliehen werden, wird sie anders auffassen, anders wirken. Nicht nur das Körperliche ist vergänglich, auch manche Geistesthätigkeit, die wir hienieden hoch geschätzt, wird wohl vergehen müssen, — doch nur um einem Höheren zu weichen.

„Allein sind wir auch dann dieselben noch, die wir hienieden waren?" — denn das eben möchten wohl die Meisten noch am liebsten bleiben. — So wenig jedenfalls, als wir im höheren Alter ganz dieselben sind, die wir in der Blüthe unserer Jugend waren. Jedoch ward in der Jugend Das gegründet, was wir im höheren Alter wurden, und so wird hier gegründet, was wir oben werden werden. Das Wesentliche nur ist bleibend; nichts aber ist dem menschlichen Verstande schwieriger, als dies von dem Unwesentlichen zu unterscheiden. Das Wesentliche eines Raphael's und Mozart's meinen wir in ihrem Talente zu erkennen, und doch war beider Talent nur eine Form, in welcher sich der Sinn fürs Schöne, fürs Erhabene in der Seele beider offenbarte.

Doch grübeln wir nicht über das, was uns verschlossen ist! Eine Ansicht, lassen Sie mich hoffen, sei in diesen Stunden bei Ihnen bestätigt und gestärkt worden, und das ist die: daß Alles, was der Mensch in der Natur errathen oder im Voraus berechnen will, nicht so sich zeigt, wie er gemeint, — jedoch unendlich besser, als er sich es auszudenken je vermocht.

Eschricht, Dan. Frdr.

Das physische Leben in populären Vorträgen dargestellt Mit 208 Abbildungen, meist in Holz geschnitten

Kopenhagen 1852